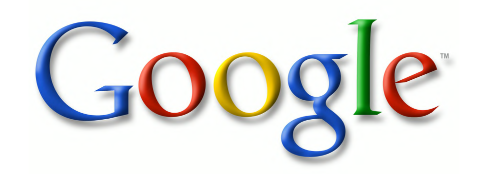
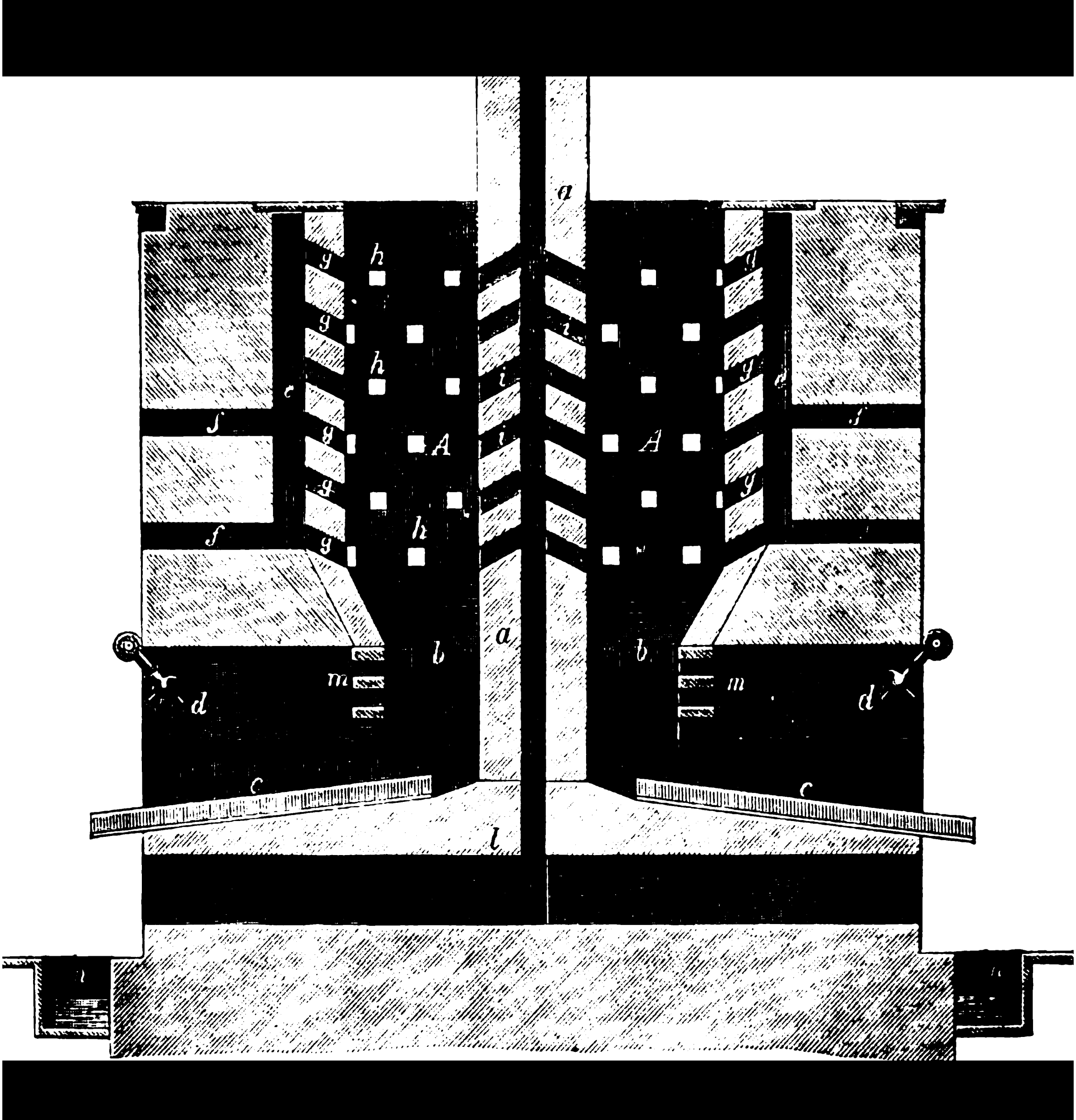




Grundriss der Eisenhüttenkunde

Bruno Kerl


SIGILLVM · VNIVERSITATIS · CALIFORNIENSIS
FIAT LVX
MDCCCLXVIII
EX LIBRIS



S. B. Christy
University of California
Berkeley.

Feb. 1876

GRUNDRISS

DER

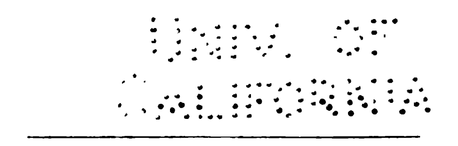
EISENHÜTTENKUNDE

VON

BRUNO KERL,

PROFESSOR AN DER KÖNIGL. BERGAKADEMIE UND MITGLIED DER KÖNIGL. TECHNISCHEN DEPUTATION FÜR GEWERBE IN BERLIN.

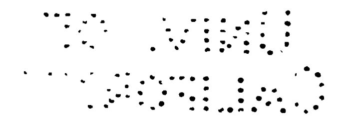
MIT 222 IN DEN TEXT GEDRUCKTEN HOLZSCHNITTEN.



LEIPZIG.

VERLAG VON ARTHUR FELIX.

1875.



Vorwort.

Gestützt auf die Erfahrungen einer mehr als fünfundzwanzigjährigen Lehrthätigkeit an den Bergakademien zu Clausthal und Berlin lasse ich meinem *Handbuche* der metallurgischen Hüttenkunde einen *Grundriss* dieser Wissenschaft in drei von einander unabhängigen Abtheilungen, welche die *allgemeine*, die *Metall-* und die *Eisenhüttenkunde* umfassen, folgen. Zunächst als Leitfaden beim Unterrichte sowohl für Lehrer als für Studirende bestimmt, ist die Arbeit in einer solchen Ausführlichkeit zu halten gesucht, dass dieselbe auch für den praktischen Hüttenmann nicht ohne allen Nutzen sein dürfte. Namentlich im Interesse des letzteren sind reichliche Literaturcitate gegeben worden, um einen vollständigen Einblick in die Ergebnisse der hüttenmännischen Theorie und Praxis bis zum heutigen Tage zu ermöglichen.

Während früher — u. A. auch in meinem Handbuche der Eisenhüttenkunde — Roheisen, Stabeisen und Stahl stets in getrennten Abtheilungen abgehandelt wurden und man jeder derselben die Raffinir- und Verfeinerungsarbeiten folgen liess, so möchte es, nachdem durch die neueren Stahldarstellungsprocesse von *Bessemer*, *Siemens-Martin* u. s. w. die alten Grenzen zwischen Stahl und Schmiedeeisen mehr oder weniger verrückt sind, zur Vermeidung von

Wiederholungen und somit zur Räumersparung zweckmässig erscheinen, die Capitel Stabeisen und Stahl, wie auch von anderen Schriftstellern schon geschehen, zusammen zu fassen und nur auf das Abweichende bei der Darstellung beider hinzuweisen. Naturgemäss schliesst sich daran dann auch eine gemeinschaftliche Behandlung der mit diesen Carbureten vorzunehmenden Raffinations-, Formgebungs- und Verfeinerungs-Arbeiten an.

Wenngleich der von bewährten Metallurgen neuerdings gemachte Vorschlag, ohne Rücksicht auf den Kohlenstoffgehalt Stahl diejenigen Carburete zu nennen, welche in flüssigem, und Schmiedeeisen solche, welche in festem Zustande aus den siderometallurgischen Processen hervorgehen (S. 6), hinsichtlich der Verwendbarkeit der Producte nicht ohne praktische Bedeutung ist, so soll in dieser Schrift der zeither hauptsächlich in dem verschiedenen Kohlenstoffgehalte und davon abhängig in der Härtbarkeit oder Nichthärtbarkeit gesuchte Unterschied der beiden schmiedbaren Eisencarburete vorläufig noch festgehalten werden.

Berlin, im Juni 1875.

B. Kerl.

Inhaltsverzeichniss.

I. Abtheilung.

Darstellung von Roheisen.

1. Abschnitt.

Roheisenarten.

1. Cap. Graueisen.

2. Cap. Weisseisen.

2. Abschnitt.

Schmelzmaterialien.

1. Cap. Eisenhaltiges Schmelzgut.

A. Charakteristik der Eisenerze und Kunstproducte.

B. Vorbereitung der Eisenerze.

2. Cap. Zuschläge.

3. Cap. Brennmaterialien.

3. Abschnitt.
Schmelzvorrichtungen.

1. Cap. Eisenhohofen.

2. Cap. Gebläse nebst Zubehör.

4. Abschnitt.

Eisenhohofenbetrieb.

II. Abtheilung.
Giesserei und Förmerei.

1. Abschnitt.
Umschmelzen des Roheisens.

1. Cap. Tiegelschmelzen.

2. Cap. Cupoloofenschmelzen.

3. Cap. Flammofenschmelzen.

4. Cap. Bessemerofenschmelzen.

2. Abschnitt.
Förmerei.

3. Abschnitt.
Giesserei.

4. Abschnitt.

Vollendung und Verfeinerung der Gusswaaren.

III. Abtheilung.

Darstellung von schmiedbarem Eisen (Schmiedeeisen und Stahl).

1. Abschnitt.

Darstellung von schmiedbarem Eisen (Schmiedeeisen und Stahl) aus Erzen (Rennarbeit, directes oder unmittelbares Verfahren).

2. Abschnitt.

Darstellung von schmiedbarem Eisen (Schmiedeeisen und Stahl) aus Roheisen (Frischprocesse, indirectes oder mittelbares Verfahren).

I. Theil. Trockenfrischen mit festem Roheisen.

II. Theil. Gewöhnliches Frischen (Herd- und Flammofenfrischen).

1. Cap. Frischvorrichtungen und Geräthschaften.

2. Cap. Frischmethoden.

B. Mechanisches Puddeln.

III. Theil. Bessemerfrischen.

IV. Theil. Reactionsfrischen (Behandlung von Roheisen mit oxydirenden Reagentien).

3. Abschnitt.
Darstellung von Stahl (Kohlungsstahl) aus Schmiedeeisen (Stahlkohlen).

I. Theil. Cementstahldarstellung.

II. Theil. Kohlenstahldarstellung.

III. Theil. **Mischstahldarstellung.**

4. Abschnitt.

Raffination, Formgebung und Verfeinerung von Schmiedeeisen und Stahl.

I. Theil. **Raffination von Schmiedeeisen und Stahl.**

II. Theil. **Formgebung.**

III. Theil. **Verfeinerung.**

Figurenverzeichniss.

I. Roheisenerzeugung.

Aufbereitung der Eisenerze.

Röstung der Eisenerze.

A. Schachtöfen mit Brennmaterialeinschichtung.

B. Schachtöfen mit Flammenfeuerung.

C. Gasröstofen.

Eisenhohöfen.

A. Oefen mit Rauhgemäuer.

B. Oefen ohne Rauhgemäuer und mit freistehendem Gestell.

C. Raschetteofensystem.

D. Ofentheile.

E. Gichtgasfänge u. s. w.

F. Eisenhohofengestalten.

Gebläse nebst Zubehör.

A. Gebläse.

B. Windregulatoren.

C. Winderhitzungsapparate.

D. Düsen, Formen.

Gichtaufzüge.

Oefen zum Umschmelzen des Roheisens.

II. Erzeugung von Schmiedeeisen und Stahl.

Apparate für Rennprocesse.

Feinirapparate.

Vorrichtungen zur Luppenbildung.

Zängevorrichtungen.

Frischmethoden.

Raffination, Formgebung und Verfeinerung von Schmiedeeisen und Stahl.

Abkürzungen der Citate.

Allgem. B. u. h. Ztg. . . . . Allgemeine Berg- und hüttenmännische Zeitung, von Hartmann herausg.

Åkerman, Eisenfabr. in Schweden . . Ueber den Standpunkt der Eisenfabrikation in Schweden zu Anfang des Jahres 1873, von R. Åkerman. Stockholm. Beckman 1873.

Åkerman, Wien. Ausst.-Ber. . . . . Underrättelser om Jernhandteringens Utveckling och Sednaste Framsteg, af R. Åkerman. Stockholm 1874.

Amer. Chem. . . . . The American Chemist. New-York.

Ann. d. Chem. u. Pharm. . . . . . . Annalen der Chemie und Pharmacie von Wöhler, Liebig und Kopp.

Ann. d. min. . . . . Annales des mines. Paris.

Armengaud, Public. industr. . . . . Armengaud, Publication industrielle des machines, outils et appareils etc. Paris.

B. u. h. Ztg. . . . . Berg- u. hüttenmännische Zeitung, herausgegeben von Kerl und Wimmer. Leipzig.

Bergg. . . . . Der Berggeist, Zeitung für Bergwesen, Hüttenwesen und Industrie. Köln.

Bgwfd. . . . . Bergwerksfreund, herausg. von Heine. Eisleben.

Bullet. de la soc. d. l'ind. minér. . . . Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris.

Deutsch. Engin. . . . . Engineering, deutsche Ausgabe der gleichnamigen Wochenschrift von Maw und Dredge in London. Red. J. v. Stummer-Traunfels. Wien.

Dingl. . . . . Dingler's polytechnisches Journal. Augsburg.

Eng. and min. J. . . . . The Engineering and Mining Journal (früher American Journal of Mining) New-York.

Erdm. J. . . . . Journal für praktische Chemie, herausg. von Erdmann, Werther u. s. w. Leipzig.

Fresen. Ztschr. . . . . Zeitschrift für analytische Chemie, herausg. von Fresenius. Wiesbaden.

Grothe's polyt. Ztschr. . . . . . . Engineering, D. A. Polytechnische Zeitung. Herausg. von H. Grothe. Berlin.

Gruner et Lan, état présent etc. . . Gruner et Lan, État présent de la métallurgie du fer en Angleterre. Paris 1862.

Hartm. Fortschr. . . . . Hartmann, Berichte über die Fortschritte im Eisenhüttenwesen. Leipzig.

Hausmann's Stud. . . . . s. Stud. d. Götting. Ver.

Jordan, Cours de mét.	Cours de métallurgie professé à l'école centrale des arts et manufactures. Nebst: Album avec 140 planches. Paris, Baudry 1874.
Iron and Steel Inst.	The Journal of the Iron and Steel Institute. London.
Kärnthn. Ztschr.	Zeitschrift des Berg- u. hüttenmännischen Vereins für Kärnthen. Red. Höfer. Klagenfurt.
Karst. Arch.	Karsten's Archiv für Mineralogie, Geognosie, Bergbau und Hüttenkunde. Berlin.
Kerl, Met.	Handbuch der metallurgischen Hüttenkunde von B. Kerl in 4 Bänden. Leipzig 1861—1865 (Bd. 3 separat als Eisenhüttenkunde).
Kerl, Rep. d. techn. Liter.	Kerl, Repertorium der technischen Literatur. Leipzig.
Kerpely, Ausst.-Ber.	Das Eisen auf der Wiener Weltausstellung 1873. Von A. Kerpely. Schemnitz 1873.
Kerpely, Fortschr.	Berichte über die Fortschritte der Eisenhüttentechnik. Von A. Kerpely. Leipzig (Fortsetzung der Hartmann'schen Fortschritte).
Kick, techn. Bl.	Technische Blätter. Herausg. Kick. Prag
Knut-Styffe, Par. Ausst.-Ber.	Bericht über die neuesten Fortschritte im Eisenhüttenwesen, gesammelt auf der Pariser Weltausstellung 1867 u. s. w., von Knut-Styffe. Frei übersetzt u. s. w. von P. Tunner. Leipzig 1868.
Kraus, öster. Jahrb.	Montan-Handburch des Oester. Kaiserstaates, herausg. v. Kraus. Wien.
Mech. magaz	The Mechanics Magazine etc. London.
Muspratt, techn. Chem.	Muspratt-Kerl-Stohmann, theoret.. prakt. und analytische Chemie in Anwendung auf Künste und Gewerbe. 2. Auflage. 6 Bände. Braunschweig, Schwetschke und Sohn (3. Auflage im Erscheinen).
Oberschles. Ztschr.	Zeitschrift für Gewerbe, Handel u. Volkswirthschaft. Red. Frantz. Beuthen.
Oest. Jahrb.	Berg- und hüttenm. Jahrbuch der k. k. Bergakademien zu Leoben u. Příbram und der Königl. ungar. Bergakademie zu Schemnitz. Wien. Red. Tunner, Faller, v. Hauer.
Oest. Ztschr.	Oesterreichische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen. Herausg. früher von v. Hingenau, jetzt von Patera und Jarolimek. Wien.
Polyt. Cent.	Polytechnisches Centralblatt. Leipzig.
Pract. Mechan. J.	The practical mechanics journal. London.
Preuss. Ztschr.	Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen in dem Preuss. Staate. Berlin.
Rev. univers.	Revue universelle des mines. Paris.
Ritting. Erfahr.	Erfahrungen im Berg- und hüttenmännischen Maschinen-, Bau- und Aufbereitungswesen. Von Rittinger und Jarolimek. Wien.

Schles. Wochenschr.	Wochenschrift des schlesischen Vereins für Berg- u. Hüttenwesen. Herausg. von Schwarz. Breslau.
Schönfelder, Baul. Anl.	Die baulichen Anlagen auf den Berg-, Hütten- und Salinenwerken in Preussen, von Schönfelder. Berlin.
Specif.	Specification of etc. London, Great Seal Patent Office.
Stud. d. Götting. Ver.	Studien des Göttinger Vereins Bergm. Freunde. Herausg. von Hausmann. Göttingen.
Stummer's Ingen.	Stummer's Ingenieur. Wien.
Uhland, prakt. Masch.	Uhland, der praktische Maschinen-Constructeur. Leipzig.
Wagn. Jahresber.	Jahresbericht über die Fortschritte und Leistungen der chem Technologie. Herausg. von R Wagner. Leipzig.
Zeichn. d. Ver. Hütte	Sammlung von Zeichnungen für die „Hütte". Herausg. von der Zeichnungs-Commission der Hütte. Berlin.
Ztschr. d. Ver. deutsch. Ingen.	Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Herausg. v. Ziebarth. Berlin.

Bezeichnung der metrischen Maasse und Gewichte.

Längenmaass.	m.	Meter.	Körpermaass.	cbm.	Cubikmeter.
	dcm.	Decimeter.		hl.	Hectoliter.
	cm.	Centimeter.		l.	Liter (1 cbdm.).
	mm.	Millimeter.		cbdm . . .	Cubikdecimeter.
				cbcm. . . .	Cubikcentimeter.
				cbmm. . . .	Cubikmillimeter.
Flächenmaass.	qm.	Quadratmeter.	Gewichte.	kg.	Kilogramm.
	qdcm. . . .	Quadratdecimeter.		dkg.	Dekagramm.
	qcm.	Quadratcentimeter.		g.	Gramm.
	qmm. . . .	Quadratmillimeter.		dcg.	Decigramm.
				cg.	Centigramm.
				mg.	Milligramm.

Mk . . . . . Deutsche Reichsmark.

Chemische Formeln.

Die im Texte voranstehenden Formeln sind ältere rationelle und die nachfolgenden moderne empirische, auf die neuen Atomgewichte basirte. Nachstehende Tabelle ergiebt die alten Aequivalent- und die neuen Atomgewichte:

	Alte Aequi-valent-gewichte.	Neue Atom-gewichte.		Alte Aequi-valent-gewichte.	Neue Atom-gewichte.
Aluminium	13.7	27.4	Nickel	29.5	59
Antimon	122	122	Niobium	47.5	95
Arsen	75	75	Osmium	99.6	199.2
Baryum	68.5	137	Palladium	53.3	106.6
Beryllium	4.7	9.3	Phosphor	31	31
Blei	103.5	207	Platin	98.7	197.4
Bor	11	11	Quecksilber	100	200
Brom	80	80	Rhodium	52.2	104.4
Cadmium	56	112	Rubidium	85.4	85.4
Calcium	20	40	Ruthenium	52.2	104.4
Cäsium	133	133	Sauerstoff	8	16
Cerium		92	Schwefel	16	32
Chlor	35.5	35.5	Selen	39.7	79.4
Chrom	26.1	52 2	Silber	108	108
Didym	48	95	Silicium	14	28
Eisen	28	56	Stickstoff	14	14
Erbium	56.3	112.6	Strontium	43.8	87.5
Fluor	19	19	Tantal	91	182
Gold	197	197	Tellur	64	128
Indium		75.8	Thallium	204	204
Jod	127	127	Thorium		231
Iridium	99	198	Titan	25	50
Kalium	39.1	39.1	Uran	60	120
Kobalt	29.5	59	Vanadium		51.3
Kohlenstoff	6	12	Wasserstoff	1	1
Kupfer	31.7	63.4	Wismuth	210	210
Lanthan	46.4	90.2	Wolfram	92	184
Lithium	7	7	Yttrium	30.85	61.7
Magnesium	12	24	Zink	32.6	65.2
Mangan	27.5	55	Zinn	59	118
Molybdän	46	96	Zirkonium	44.8	89.6
Natrium	23	23			

1. Allgemeines. Das reine Eisen findet wegen seiner Weichheit, Strengflüssigkeit und geringen Widerstandsfestigkeit nur untergeordnete Anwendung, erlangt aber durch Aufnahme von Kohlenstoff (bis 6 Proc.) Eigenschaften, welche dessen Nutzung für die verschiedensten Zwecke des Lebens gestatten. **Reines Eisen.**

Die Darstellung dieser mit den Namen Roheisen, Schmiede- oder Stabeisen und Stahl belegten nutzbaren Kohlenstoffverbindungen (Carburete) des Eisens lehrt die Eisenhüttenkunde, zieht aber auch einzelne, auf den Eisenhütten öfters cultivirte Zweige der Eisenfabrikenkunde in ihr Bereich, welche letztere die mechanische Verarbeitung, die Veredlung und Verfeinerung der Eisencarburete zum Gegenstand hat, z. B. die Eisengiesserei, die Umwandlung des Schmiedeeisens in Stabeisen, Blech und Draht u. a.[1]) **Umfang der Eisenhüttenkunde.**

Die Wichtigkeit der Eisenindustrie[2]) geht daraus hervor, dass der Geldwerth der jährlichen Eisenproductionen denjenigen der producirten übrigen Metalle übersteigt. Die Roheisenproduction der Welt war nach Kupelwieser im Durchschnitt der letztern Jahre etwa folgende in kg.: **Statistisches.**

England 1871	6,733,213,850
Zollverein 1871	1,664,802,100
Frankreich 1871	1,181,000,000
Belgien 1871	565,324,000
Oesterreich-Ungarn 1871	424,606,100
Russland 1871	360,404,050
Schweden u. Norwegen 1871	306,917,450
Italien 1872	73,709,000
Spanien 1866	72,175,400
Schweiz 1872	7,500,000
Europa	11,389,654,950
Amerika	2,350,006,000
Asien	50,000,000
Afrika	25,000,000
Australien	10,000,000
Zusammen rund	13,825,000,000

Die europäische Production hat einen Werth von nahe 3000 Mill. Reichsmark.

1) Literaturangaben etc. über die verschiedenen Zweige des Eisenhüttenwesens: Kerl, Repertorium der technischen Literatur. Leipzig 1871, Bd. 1; 1873, Bd. 2. Werlisch in B. u. h. Ztg. 1869, S. 352 (Roheisen); 1870, S. 300 (Eisengusswaaren); 1870, S. 50 (Stabeisen); 1869, S. 153 und 1871, S. 164 (Stahl); 1869, S. 15 (Gussstahl). — Autographirte Zeichnungen zum Vortrage und Studium der verschiedenen Zweige des Berg- u. Hüttenwesens (138 Blätter), herausgegeben von der k. k. Bergakademie zu Leoben. 2) B. u. h. Ztg. 1857, S. 181; 1867, S. 167; 1871, S. 147; 1873, S. 20. Wagner, technol. Studien 1868, S. 37. Berichte über die Wiener Ausstellung in 1873 von Åkerman, Kerpely, Kupelwieser, Schott, Serlo u. A.

Auf jeden Kopf der Bevölkerung soll betragen:

	Production.	Consumtion.
Grossbritannien	150 kg.	50 kg.
Belgien	50 „	32.5 „
Schweden u. Norwegen	50 „	6 „
Frankreich	30 „	26.5 „
Zollverein (mit Preussen)	18 „	19 „
Oesterreich	9 „	9.5 „
Spanien	3 „	5 „
Russland	2.5 „	4 „
Italien	2 „	4 „

Man hat berechnet, dass 100 kg. Eisenmetall im Erz 0.6, im Roheisen 6, als Gusswaare 18, als Stabeisen 19.8, als Blech 22.2, als Draht 24, als Gussstahl 54, als Messerklinge 3000—4200 und als feinste Uhrfeder nahe 12 Mill. Reichsmark Werth haben.

Chemische Vorgänge.

2. Eisencarburetbildung. Wird das im Eisenerz enthaltene Eisenoxyd bei allmälig steigender Temperatur mit reducirenden Agentien (Kohle, Kohlenoxydgas, Kohlenwasserstoffen, Cyanverbindungen etc.) in Berührung gebracht, so durchläuft dasselbe die Stadien verschiedener Eisenoxyduloxyde (Fe_3O_4 und Fe_6O_7), bevor dasselbe in feinzertheiltes metallisches Eisen übergeht. Dieses nimmt dann bei einer höheren Temperatur Kohlenstoff aus Kohle, Cyanverbindungen und Kohlenwasserstoffen, weniger aus Kohlenoxydgas auf und erhält bei einem gewissen Kohlenstoffgehalt die Eigenschaft, in noch mehr gestiegener Temperatur flüssig zu werden (wie Platin durch Kohle). Sollten die im Erze enthaltenen Erden und Oxyde schwerer Metalle, z. B. Manganoxydul, bei dem Schmelzpunkte des gekohlten Eisens zu einer flüssigen glasartigen Verbindung, Schlacke, sich nicht vereinigen, so bedarf's zur Verflüssigung derselben geeigneter Zusätze (Zuschläge). Das Gemenge von Erz und Zuschlägen nennt man Beschickung.

Die Menge des aufgenommenen Kohlenstoffes ist abhängig von der Temperatur und steht im geraden Verhältniss zu den Zeiträumen, während welcher das reducirte Eisen nach seiner Reduction und vor seiner Schmelzung den kohlenden Agentien ausgesetzt war.

Es können unter sonst gleichen Umständen Producte mit demselben Kohlenstoffgehalt entstehen bei niedriger Temperatur und längerer Kohlungszeit, als umgekehrt.

Roheisensorten. Weisseisen.

Die Carburete mit den höchsten Kohlenstoffgehalten nennt man Roheisen und zwar unterscheidet man dasselbe in Weiss- und Graueisen nach seiner Farbe, welches wieder in einzelne Nüancen zerfällt. Unter den günstigsten Umständen (bei reinen, leichtreducir- und kohlbaren, nur durch einen Manganoxydulgehalt oder sonst wie leichtschmelzig gemachten Erzen) und einer gewissen Temperatur entsteht die höchst gekohlte aller Weisseisensorten, das Spiegeleisen mit bis 6 Proc. Kohlenstoff, wenn dessen Erzeugungstemperatur der Schmelztemperatur nahe liegt und die Abkühlung nicht langsam erfolgt, in Gestalt eines glänzend weissen, harten, spröden, krystallinisch blättrigen Productes, aus welchem beim Behandeln mit Säuren[1]) der Kohlenstoff theils in gasförmigen Verbindungen (Kohlenwasserstoff) entweicht, theils als eine in Alkalien, Alkohol und Aether lösliche braune Sub-

1) Dingl. 197, 26. B. u. h. Ztg. 1874, S. 201. Polyt. Contr. 1874, S. 842.

stanz sich abscheidet. Bei einem derartigen Verhalten nennt man den Kohlenstoff im Eisen chemisch gebundenen Kohlenstoff, welcher entweder nur als solcher oder doch vorwaltend in den weissen Roheisensorten vorkommt, jedoch in wechselnder Menge.

Kohlenstoffärmere Weisseisen, als das Spiegeleisen, können entstehen

1) Bei reinen Erzen, wenn es an der zur Kohlung nöthigen Temperatur fehlt und zwar entstehen je nach derselben sogen. blumige oder strahlige Flossen mit durchschnittlich 4—3,5 Proc., gross- und kleinluckige mit 3,5—2,7 Proc. und mit stahlartigen Anlauffarben versehene gekrauste Flossen mit bis 2 Proc. Kohlenstoffgehalt und darunter. Wird mit dem Sinken der Temperatur oder auch ohne solches die Zeit der Berührung zwischen Erz und reducirend-kohlenden Agentien abgekürzt, so bilden sich die kohlenstoffärmsten Producte (Stahl und Schmiedeeisen aus Rennfeuern), welche Schmiedbarkeit, eine dem Roheisen abgehende Eigenschaft, besitzen, aber an Schmelzbarkeit um so mehr abnehmen, je kohlenstoffärmer sie sind (Schmiedeeisen mit 0,5—0,1 Proc. Kohlenstoff mehr, als Stahl mit 1,5—0,6 Proc. Kohlenstoff).

Während man in älteren Zeiten und in uncultivirteren Ländern noch jetzt Stahl und Schmiedeeisen direct aus reinen Erzen darstellt, indem man dieselben nur verhältnissmässig kurze Zeit in niedrigen Apparaten mit Kohle in Berührung bringt (unmittelbare oder directe Eisendarstellung, Rennarbeit), so erzeugt man dieselben jetzt fast ausschliesslich aus Roheisen durch theilweise Entkohlung desselben (mittelbare oder indirecte Eisendarstellung, Eisenfrischen), weil sich dabei sicherer und billiger Producte von bestimmter Zusammensetzung darstellen lassen.

2) Bei unreinen, namentlich Schwefel und Phosphor enthaltenden Erzen, indem sich letztere Stoffe mehr oder weniger abscheiden, sich mit dem reducirten Eisen verbinden und dessen Kohlung entgegen- oder auf Gebundenbleiben des Kohlenstoffs hinwirken. Bei nicht zu starker Verunreinigung des Erzes und sonst tadellosem Ofenbetriebe erfolgen noch, wenn auch nicht zur Herstellung der besten Schmiedeeisenqualität verwendbare Weisseisensorten (weisses körniges Eisen vom Gaargange mit 3,5—4 Proc. Kohlenstoff) bei eisenarmen Schlacken; dagegen liefern schwefel- und phosphorreiche Erze unbrauchbare Producte (schwefel- und phosphorreiches grelles Weisseisen). Findet bei derartigen Erzen, mögen sie mehr oder weniger verunreinigt sein, eine unvollständige Reduction des oxydirten Eisens statt (z. B. in Folge zu niedriger Temperatur, zu grosser Leichtschmelzigkeit), so wirkt im Schmelzraume noch vorhandenes oxydirtes Eisen auf bereits gebildetes gekohltes Eisen entkohlend ein und es erfolgt bei eisenreichen Schlacken unbrauchbares kohlenstoffarmes, grelles Weisseisen vom Rohgange mit bis 2 Proc. Kohlenstoff.

Grauelsen. Wenn man bei einer gewissen Temperatur entstandenes, mit chemisch gebundenem Kohlenstoff gesättigtes Weisseisen (Spiegeleisen) einer höheren Temperatur aussetzt, als seiner Erzeugungstemperatur entspricht, so wird in der höheren Temperatur die Verwandtschaft des Eisens zum Kohlenstoff gelockert (wie die des Schwefels beim Erhitzen höherer Schwefelungsstufen unter Luftabschluss) und bei

langsamer Abkühlung des stark erhitzt gewesenen Roheisens scheidet sich ein Theil des Kohlenstoffes während des Erstarrens in einer allotropischen Modification, als in Säuren und Alkalien unlöslicher Graphit ab, welcher mit unzersetzt gebliebenem krystallinisch-blättrigen Weisseisen (Spiegeleisen) und krystallinisch-körnigem reinen Eisen, an welches der nunmehr ausgeschiedene Kohlenstoff gebunden war, gleichmässig gemengt bleibt und ein mehr oder weniger dunkelgefärbtes Product liefert, das hell- bis dunkelgraue Roheisen mit 3—4 Proc. Gesammtkohlenstoff, wovon über die Hälfte Graphit.

Wird solches mit Säuren behandelt, so charakterisirt sich der darin noch enthaltene chemisch gebundene Kohlenstoff durch das oben angegebene Verhalten (S. 2), während der Graphit ungelöst zurückbleibt. Dass letzterer nicht als solcher im flüssigen Roheisen, sondern ursprünglich chemisch gebunden war, beweist die Thatsache, dass gewisses weisses Roheisen, hoch über seinen Schmelzpunkt erhitzt und langsam abgekühlt, Graphit ausscheidet, das so grau gewordene Eisen aber, wieder über seinen Schmelzpunkt erhitzt und rasch abgekühlt, weiss erscheint. Im Allgemeinen hat Graphit wenig Neigung, sich in flüssigem weissen Roheisen zu lösen.[1])

Die Grösse des Graphitgehaltes, also das Verhältniss zwischen chemisch gebundenem und mechanisch ausgeschiedenem Kohlenstoff wird hauptsächlich durch die Differenz zwischen Erzeugungs- und Schmelztemperatur, dann durch die Schnelligkeit des Erkaltens bedingt; je höher die Schmelztemperatur und je langsamer die Abkühlung, ein um so graphitreicheres Product (hell- bis dunkelgraues Roheisen) erfolgt, während, wenn die Schmelztemperatur die Erzeugungstemperatur nicht viel übersteigt, die zahlreichen Uebergänge des helleren, sog. halbirten Roheisens entstehen, schwach oder stark halbirt genannt, je nachdem in der Grundmasse die dunkele oder weisse Farbe vorherrscht. Kommen graue und weisse Parthien scharf getrennt vor, so nennt man das Product spanglig, streifig, Roheisen mit grauem Saum.

Bei Gussstücken aus grauem Eisen halten wegen langsamerer Abkühlung die mittleren Partien und stärksten Querschnitte mehr Graphit, als der Rand und dünne Querschnitte, während der Totalgehalt an Kohlenstoff in den äusseren Partien grösser ist, als in den mittleren. Eine hohe Schmelztemperatur wirkt ausser aus oben angegebenem Grunde noch dadurch günstig auf die Graphitausscheidung, dass sie zur Reduction gewisser schwer reducirbarer Substanzen, namentlich von Silicium aus Kieselsäure beiträgt, welches mit Kohlenstoff isomorph ins Roheisen geht und unter der Abkühlung dessen Abscheidung als Graphit veranlasst. Die Summe von zurückbleibendem chemisch gebundenen Kohlenstoff und Silicium kann je nach der Temperatur 4—7 Proc. und mehr betragen. Nicht zu verwechseln mit Graphit ist der sogenannte Gaarschaum.[2]) Wird mit Kohlenstoff gesättigtes Eisen bei Anwesenheit von Kohle einer sehr hohen Temperatur ausgesetzt, so löst sich bei derselben noch überschüssiger Kohlenstoff darin auf, welcher aus dem noch flüssigen Roheisen als fester Körper (Gaarschaum) ungleichmässig sich ausscheidet, während erst beim Erstarren des Roheisens die gleichmässige Graphitabsonderung beginnt. Man erhält unter diesen Umständen ein an chemisch gebundenem Kohlenstoff armes, an Graphit und Silicium reiches Product (schwarzgraues, übergaares, todtgaares Roheisen).

Wird graues geschmolzenes Roheisen plötzlich abgekühlt, z. B. durch Aufgiessen von Wasser, Einschöpfen in die Wärme stark leitende Eisenformen u. s. w., so entsteht ein strahliges Product von

1) Oest. Ztschr. 1869, No. 28. 2) B. u. h. Ztg. 1868, S. 349; 1874, S. 398.

weissgrauer bis silberweisser Farbe, indem die Graphitbildung gestört wurde (abgeschrecktes Weisseisen). Das Product enthält sonst alle Verunreinigungen des Graueisens, welches bei langsamer Abkühlung daraus entstanden sein würde.

Roheisenanalysen.

Nachstehende Analyse von Steyrischen und Kärnthner Eisensorten [1]) lassen den Zusammenhang zwischen dem Kohlenstoffgehalt und dem äusseren Habitus derselben, namentlich der Farbe, erkennen:

		C.	Graph.	Si	S	P	Mn	Ca	As	Al
Steyermark.	Spiegeleisen	4.19	—	0.02—0.26	—	—	—	—	—	—
	Strahliges R.	3.55	—	0.15	—	—	—	—	—	—
	Grossluckiges R.	2.73	—	0.01	—	—	—	—	—	—
	Kleinluckiges R.	2.67	—	0.01	—	—	—	—	—	—
	Gekraustes R.	2.36	—	0.05	—	—	—	—	—	—
	Weisseisen	3.94	—	0.37	—	—	—	—	—	—
	Halbirtes R.	0.36	2.87	0.66	—	—	—	—	—	—
	Graues R.	0.48	3.01	0.53	—	—	—	—	—	—
Prävali in Kärnthen.	Spiegeleisen	3.85	0.37	0.320	0.053	—	3.12	—	—	—
		3.17	0.21	0.370	0.110	—	7.30	—	—	—
	Strahliges R.	3.95	—	0.366	Spr.	—	3,91	—	—	—
	Halbirtes R.	0.967	2.122	0.972	0.008	0.021	1.01	—	0.005	0.565
		1.250	2.800	0.630	—	0.083	6.82	—	—	—
	Graueisen	2.350	2.400	1.700	0.063	Spr.	5.420	—	—	—
	Desgl. f. Giesserei	0.570	3.057	2.030	—	—	5.420	0.025	—	—
	Graue Blattel	0.350	3.595	2.120	—	—	4.020	—	—	—
	„ „ umgeschmolz.	0.320	3.437	2.100	—	—	4.043	—	—	—
	Tiefgrau	0.624	3.032	1.820	0.026	0.037	3.854	—	—	—

3. Allgemeine Eigenschaften der Carburete. Dieselben werden nach Vorstehendem hauptsächlich bedingt:

Kohlenstoffmenge.

A. Durch die Grösse des Kohlenstoffgehaltes, abhängig von der Zeitdauer der kohlenden Wirkung, der Höhe der Temperatur und der Anwesenheit fremder Beimengungen, wie Silicium, Mangan, Schwefel, Phosphor etc. Man unterscheidet hinsichtlich des Kohlenstoffgehaltes und davon abhängiger Eigenschaften:

Roheisen.

1) Unschmiedbare Carburete in Gestalt von Roh- oder Gusseisen mit bis zum höchsten Kohlenstoffgehalt, von 2 Proc. an bis 6 Proc.

Schmelzbar (nach Becquerell bei 1360—1380°, nach Plattner bei 1500—1700°, nach Tunner weissstrahliges R. bei 1600, graues Holzkohlenroheisen bei 1700°), nicht schmiedbar und unschweissbar, weich (graues R.) bis sehr hart (Weisseisen), immer aus Erzen durch reducirende und kohlende Agentien dargestellt; anwendbar zur Giesserei (daher Gusseisen) und als Rohmaterial (daher Roheisen) zur Herstellung niedrigerer, schmiedbarer Kohlungsstufen (Stahl und Eisen).

2. Schmiedbare Carburete, je nach dem Kohlenstoffgehalt gewöhnlich benannt

Schmiedeeisen.

a. Schmiede- oder Stabeisen mit 0,1—0,5 Proc. Kohlenstoff.

Unschmelzbar in gewöhnlichen metallurgischen Feuern (schmelzbar z. B. im Bessemerofen, nach Becquerell bei 1600°, nach Plattner u. A. bei 1900—2100° C.), schweiss- und schmiedbar, weich, beim Ablöschen im glühenden Zustande nicht zu härten. Seltener direct aus Erzen (Rennarbeit) als durch Entkohlung von Roheisen dargestellt und häufig in Stabform (daher Stabeisen) in den Handel gehend.

Stahl.

b. Stahl mit 0.6—1.5 Proc. Kohlenstoff.

1) Kerpely, Ausst.-Ber. 1873, S. 81.

Schmelz-, schweiss- und schmiedbar (schmelzbar nach Becquerell bei 1300—1400°, nach Tunner bei 1850°, nach Plattner u. A. bei 1700—1900° C.). Beim raschen Abkühlen im glühenden Zustande härtbar; seltener aus Erzen, als durch Entkohlung von Roheisen, Kohlung von Schmiedeeisen oder Zusammenschmelzen von Roh- und Schmiedeeisen erzeugt.

Uebergänge.

Zwischen diesen Carbureten finden allmälige Uebergänge statt, welche deren Eigenschaften modificiren.

Producte mit 2.3 Proc. Kohlenstoff an der Grenze zwischen Roheisen und Stahl zeigen z. B. Unschweissbarkeit und grosse Härte, dagegen schon etwas Schmiedbarkeit. Wegen Aehnlichkeit bei ihrer Herstellung bilden namentlich Stahl und Schmiedeisen eine Reihe von Uebergängen, wobei im Allgemeinen mit wachsendem Kohlenstoff Schmelzbarkeit und Sprödigkeit zu-, Schweiss- und Schmiedbarkeit aber abnehmen; schmiedbare Producte mit 1.5 Proc. und etwas mehr Kohlenstoff zeigen nach dem Glühen abgelöscht die grösste Härte. Während sich früher der Begriff Stahl meist nur auf ein hartes Material für Schneidwerkzeuge beschränkte, so ist derselbe seit dem Auftreten des Bessemerns, welches Stahl von allen Härtegraden liefert, auf ein weiteres Feld ausgedehnt.

Greiner's Stahldefinition.

Greiner[1]) schlägt vor, die Härtbarkeit unbeachtet, alle diejenigen hämmerbaren Producte Stahl zu nennen, welche im flüssigen Zustande erhalten werden und in Formen gegossen homogene und dichte Güsse geben (Tiegel-, Bessemer-, Martinstahl etc.), dagegen Schmiedeeisen die hämmerbaren nichtgeschmolzenen Producte, welche durch Schlackeneinschluss ein ungleichmässiges Material liefern. Trotz ihrer Verschiedenheiten im Kohlenstoffgehalte können die geschmolzenen Producte mit demselben Rechte Stahl genannt werden, als man die sehr verschiedenen schottischen grauen Roheisen, Spiegeleisen und luckige Flossen mit Roheisen bezeichnet. In der Praxis sind obige Unterschiede Ursache der verschiedenen Anwendung von Stahl und Eisen. Beide Reihen weisen Producte von annähernd gleichem Kohlenstoffgehalt nach, ohne dass jedoch in der Natur die Scheidung so scharf ist, nämlich:

Kohlenstoff .	0—0.15	0.15—0.45	0.45—0,55	0.55—1.50 Proc.
Eisenreihe . .	Ord. Eisen.	Feinkorneisen.	Stahlart. Eisen oder Puddelstahl.	Cementeisen.
Stahlreihe . .	Ganz weicher Stahl.	Weicher Stahl.	Halbweicher Stahl.	Steyer. oder harter Stahl.

Der ganz weiche Stahl ist schweissbar wie Eisen und nicht härtbar, der harte schweisst schlecht und lässt sich stets härten. Bessemerstahl[2]) z. B. zum Walzen von ein weiches gleichmässiges und zähes Metall erfordernden Kesselplatten enthält zweckmässig nur 0.15—0.20 Proc. Kohlenstoff, solcher für Schienen zur Erhöhung der Haltbarkeit 0.35—0.45 Proc.; häufig zieht man aber trotz leichterer Abnutzung Bessemerstahl mit 0.25 Proc. Kohlenstoff für Schienen vor, weil dieser weniger leicht bricht.

Englische Definition.

Die Albion Steel Co.[3]) in Sheffield empfiehlt, mit Stahl solche Eisenverbindungen zu benennen, die sich schmieden, härten und anlassen lassen, wobei als untere Grenze der Härtbarkeit 0.25—0.39, als obere der Schmiedbarkeit aber 1,75 Proc. Kohlenstoff anzunehmen ist.

Chem. geb. C. und Graphit.

B. Durch die Qualität des Kohlenstoffs (S. 3). Das Verhältniss zwischen gebundenem und ungebundenem Kohlenstoff (Graphit) wird bedingt durch die Temperatur im Schmelzraume, insbesondere die Differenz zwischen der Erzeugungs- und Schmelztemperatur des Roheisens, durch die Raschheit der Abkühlung, sowie durch fremde Beimengungen, welche die Graphitausscheidung begünstigen (Silicium) oder beeinträchtigen (Schwefel, Phosphor, Mangan).[4])

Nach Rinmann zeigt der chem. gebundene Kohlenstoff im Roheisen und Stahl bei verschiedener Behandlung ein abweichendes Verhalten gegen mineralische Säuren und der graphitische Kohlenstoff ist in zwei Modificationen vorhanden.

1) B. u. h. Ztg. 1873, S. 376; 1874, S. 130, 323. 2) B. u. h. Ztg. 1872, S. 451. 3) B. u. h. Ztg. 1874, S. 323. 4) Analysirmethoden für Roheisen: Kerpely, Fortschr. 2, 9; 3, 7; 4, 6; 5, 19; 6, 5; 7, 10. Muspratt's, techn. Chem., 3. Aufl. 1874, Bd. 2, S. 877. — Wagner's Jahresber. d. chem. Technologie. Tamm in B. u. h. Ztg. 1875. de Konink et Dietz, Manuel pratique d'analyse etc. de fer. Paris et Liége, Baudry 1871.

Constitution des Roheisens.

1. **Roheisen.** Ueber die Art und Weise der Zusammenordnung der einzelnen Bestandtheile im Roheisen[1]) sind verschiedene Hypothesen aufgestellt worden, von denen hauptsächlich die folgenden hervorzuheben sind:

Gurlt's Theorie.

a. Nach Gurlt[2]) besteht Spiegeleisen aus Viertelkohleneisen, Fe_4C mit 94.916 Fe und 5.084 C und geht beim Ueberhitzen (ähnlich wie höhere Schwefelungsstufen in niedrigere) in Achtelkohleneisen und freien Kohlenstoff, graues Roheisen bildend, über ($2Fe_4C = Fe_8C + C$) und sollen die in Höhlungen grosser Gussstücke sich zuweilen vorfindenden Krystalle Achtelkohleneisen sein. Fremde Bestandtheile sind als Viertel- oder Achtelverbindungen vorhanden.

Dieser Ansicht widerstreitet, dass die Spiegeleisensorten 4—6 Proc. C enthalten können, also dem Viertelcarburet nicht immer entsprechen[3]), und dass die Krystalle des vermeintlichen Achtelkohleneisens nach der Analyse für reines Eisen zu halten sind.[4])

Tunner's Theorie.

b. Nach Tunner[5]) zeigt nur das Spiegeleisen von allen Carbureten Merkmale einer chemischen Verbindung (Krystallisation, grosse Härte, Leichtflüssigkeit und weisse Farbe, während Eisen und Kohlenstoff weich und unschmelzbar sind), und ist in seinem meisten Auftreten als Fe_4C anzusehen. Die anderen weissen Roheisensorten sind in Folge unvollständiger Kohlung wegen zu niedriger Temperatur oder Anwesenheit fremder Körper Auflösungen von reinem, körnig-krystallinischem Eisen in blättrig-krystallinischem Spiegeleisen, desgleichen auch das graue Roheisen, welchem sich aber noch schuppig-krystallinischer Graphit beigesellt. Fremde Beimengungen erscheinen als Vertreter von Eisen und Kohlenstoff und es lässt sich die Constitution des grauen Roheisens durch folgende Formel ausdrücken:

$$(Fe, Mn, Cu, Al, Ca, Mg)_4, (C, Si, S, P) + m\,C + n\,Fe,$$

worin m veränderliche Mengen Graphit und n verschiedene Quantitäten aufgelösten körnig-krystallinisch-reinen Eisens ausdrückt.

Die Tunner'sche Theorie hat man mit der Praxis mehrfach in Einklang zu bringen gesucht. Ledebur[6]) hat nachgewiesen, dass der körnig-krystallinische, octaedrische Bestandtheil (reines Eisen) des grauen Roheisens in den aus leichtreducirbaren und schwer schmelzbaren reinen Erzen mit reinem Brennmaterial und kaltem Winde erblasenen Eisensorten vorherrscht (schwedisches und steyrisches Eisen), denselben Zähigkeit und Festigkeit ertheilt und sich besonders zu erkennen giebt durch leichtere Rostbildung, leichteres Anätzen und Schwerschmelzigkeit. — Der blättrig-krystallinische Bestandtheil (Spiegeleisen) findet sich vorwiegend in normalen grauen Eisensorten, welche aus leicht reducirbaren und leicht schmelzbaren Erzen (Spath- und Brauneisensteinen) bei niedriger Temperatur erblasen sind und sich auszeichnen durch Leichtflüssigkeit, Neigung zum Weisswerden, Widerstandsfähigkeit gegen chemische Agentien und durch eine gewisse Festigkeit, insofern die Anwesenheit des gebundenen Kohlenstoffs nicht durch einen Phosphorgehalt veranlasst ist. Das blättrig-krystallinische Eisen nimmt mit steigendem Graphitgehalte bei sonst reinen Erzen ab und verschwindet fast vollständig, bis auf Spuren, in dem aus schwer schmelzbaren Erzen bei hoher Temperatur gefallenen Cokesroheisen. Beim Anätzen einer polirten Fläche grauen Eisens mit Säure bleibt die blättrige Masse als Netzwerk oder punktförmig erhaben zurück. Beim Abkühlen grauen Roheisens concentrirt

1) Dürre, über die Constitution des Roheisens etc. Leipzig 1868. B. u. h. Ztg. 1866, S. 360, 367; 1869, S. 60. Kerpely, Fortschr. 2, 17. 2) B. u. h. Ztg. 1855, S. 400. 3) Rammelsberg, Lehrb. d. Metallurg. 1865, S. 107. 4) Oester. Jahrb. 1861, S. 477. 5) B. u. h. Ztg. 1868, S. 223. Kerpely, Fortschr. 1, 11. 6) B. u. h. Ztg. 1871, S. 385.

sich das blättrig-harte Spiegeleisen an den rasch erkaltenden Theilen (Hartgussfabrikation) und beim Zusammenschmelzen von grauem und weissem Eisen (Guss von Walzen, Presscylindern etc.) finden sich in Höhlungen häufig neben octaëdrischen Krystallen des reinen Eisens lanzenförmige, prismatische Krystalle von Spiegeleisen, vorzugsweise Härte und Widerstandsfähigkeit gegen Abnutzung herbeiführend. — Graphit als dritter Bestandtheil, zwischen den Krystallflächen um so mehr abgelagert, in je höherer Temperatur schwer schmelzbare Erze verblasen werden, steigert sich in den langsamer abgekühlten Theilen und verschwindet gänzlich bei rapider Abkühlung (Hartguss). Es giebt Holzkohlenroheisensorten mit grossem Kohlengehalt, verhältnissmässig geringem Graphitgehalt und starker Gaarschaumabsonderung (S. 4), während vorzugsweise bessere Cokesroheisensorten mit geringerem Kohlengehalt fast den ganzen Kohlenstoff als Graphit enthalten und kaum Spuren von Gaarschaum zeigen. Erstere entstehen aus leichtschmelziger Beschickung in Oefen mit niedrigem Obergestell, bei hoher Temperatur im unteren Ofenraum und starkem Brennstoffaufwand, mit der Tendenz leicht weiss zu werden; letztere erfolgen aus schwerschmelziger Beschickung in engen und hohen Oefen mit hohem Obergestell bei stark erhitztem Winde, also hoher Temperatur. — Die im flüssigen grauen Roheisen enthaltenen Sulfurete, Silicide, Phosphorete etc. erstarren theils früher, theils später bei der Abkühlung des Roheisens und zwar wird ein Theil schon erstarrt sein, während der andere noch flüssig ist, beim Zusammenziehen des erstarrten Eisens durch im rothglühenden Zustande noch offene Poren herausgedrückt wird und eine rauhe Gussoberfläche, den sogenannten Anbrand[1]) herbeiführt. Diese Ansicht hinsichtlich des Anbrandes hat auch Schott[2]) ausgesprochen, glaubt aber auf Grund mikroskopischer Beobachtungen das graue Roheisen für ein Conglomerat von Stabeisenkrystallen und Graphit halten zu müssen, dessen Güte von der grösseren oder geringeren Innigkeit des Mischungsverhältnisses, der grösseren oder geringeren Grösse der Bestandtheile, der verschiedenen Einlagerung fremder Stoffe zwischen den Eisenkrystallen etc. abhängt.[3]) In ähnlicher Weise äussern sich Bell[4]) und Kalle.[5]) Sorby[6]) fand mittelst des Mikroskopes, dass die Structur des grauen Eisens aus losgelösten Graphitkrystallen auf einer buntscheckigen Oberfläche des Metalles entsteht.

Schott's Modification.

c. Rammelsberg[7]) sieht zur Erklärung der Schwankungen in der Zusammensetzung des keine bestimmten Carburete enthaltenden Roheisens, sowohl der krystallisirten weissen, als der grauen Sorten, dasselbe für eine isomorphe Mischung an, indem Eisen, Kohlenstoff, Silicium und Phosphor regulär krystallisiren und diese Gestalt auch im grauen Roheisen beobachtet ist. Im Spiegeleisen treten das Eisen und die übrigen Bestandtheile des Roheisens als heteromorphe Substanzen in zweigliedriger Gestalt auf, sowie in analoger Weise die regulär krystallisirenden Metalle Kupfer, Zink und Silber mit Antimon, Wismuth etc. zweigliedrige Legirungen geben.

Rammelsberg's Ansicht.

Versteht man unter Fe Eisen, Mangan und Kupfer, unter C Kohlenstoff, Silicium, Phosphor und Schwefel, so ist einer Anzahl Analysen entsprechend die Zusammensetzung von Spiegeleisen etwa Fe_4 C bis Fe_6 C, von weissem Roheisen Fe_4 C bis Fe_{12} C, oft Fe_6 C, von grauem Fe_6 C bis Fe_{21} C.

d. Kerpely[8]) nimmt an, dass Weisseisen durch die bei verhältnissmässig niedriger Temperatur stattfindende Zerlegung gasförmiger kohlehaltiger Producte entsteht, der Kohlenstoff des Graueisens aber, der Graphit, seinen Ursprung der auflösenden Wirkung des flüssigen oder bis zum Schmelzpunkt erhitzten Eisens auf festen oder dampfförmigen Kohlenstoff verdankt. Das Roheisen ist der Hauptmasse

Kerpely's Ansicht.

1) B. u. h. Ztg. 1869, S. 51; 1874, S. 398. Dingl. 214, 48. 2) B. u. h. Ztg. 1872, S. 441. 3) Schott, die Kunstgiesserei in Eisen 1873, S. 17. 4) B. u. h. Ztg. 1872, S. 380. 5) B. u. h. Ztg. 1864, S. 173. 6) B. u. h. Ztg. 1865, S. 352. 7) B. u. h. Ztg. 1872, S. 252. 8) B. u. h. Ztg. 1869, S. 45.

nach ein Gemisch verschiedener, theils bestimmter, theils unbestimmter Verbindungen des Eisens mit Kohlenstoff.

Ansicht von Riley.

e. Nach Riley[1]) liegt der Unterschied zwischen grauem und weissem Roheisen nur im Schwefel-, nicht im Kohlenstoffgehalt, indem dieser nach Snelus' Versuchen keine feste Verbindung mit dem Eisen bildet.

Schöffel's Ansicht.

f) Schöffel[2]) bezweifelt die Existenz des Viertelkohleneisens und hält die Roheisensorten mit 2—6 Proc. Kohlenstoffgehalt für Verbindungen von Eisen und Kohlenstoff in veränderlichen Verhältnissen, unter denen auch Fe_4C mit 5.08 Proc. Kohlenstoff vorkommen kann, ohne aber gerade Spiegeleisen zu sein. Der Kohlenstoffgehalt des letzteren wechselt zwischen 3.5 bis 6 Proc. und ist wesentlich mit durch die Manganmenge bedingt, welche die Ausscheidung des Kohlenstoffs als Graphit hindert und einen höheren chemisch gebundenen Kohlenstoffgehalt bedingt, ohne jedoch dass, wie man wohl annimmt, dieses mit dem etwas niedrigeren Atomgewicht des Mangans (55), als des Eisens (56) zusammenhängt. Die Annahme von Fe_4C in Spiegeleisen rührt hauptsächlich von dessen physikalischen Eigenschaften, namentlich seiner Krystallisationstendenz her, welche indess auch andere Eisensorten, z. B. das weissstrahlige und luckige Eisen besitzen. Das Spiegeleisen zeigt grössere und reinere Flächen, als diese, weil es wegen weit grösserer Dünnflüssigkeit zur Krystallisation geneigter ist. Die Krystallrudimente des Spiegeleisens sind Spiegelflächen in der Entstehung, welche von gewissen Centren ausgehend, in diesen rechtwinklig aufeinander stehen, sonst aber gegen einander alle möglichen Richtungen besitzen. Auch lässt die Werthigkeit des Eisens eher die Annahme des Vorhandenseins von Fe_2C, als von Fe_4C zu. Beim Bessemerprozess entstehen spiegelnde Flächen bei allen Eisensorten bis herab zum weichen Eisen, weshalb jene Krystallisationstendenz keineswegs einer bestimmten Kohlungsstufe zugeschrieben werden darf. Während Kohlenstoff und Silicium isomorph sind, so ist die Annahme einer solchen Isomorphie zwischen Kohlenstoff, Schwefel und Phosphor nicht zulässig. Wie verschieden die Zusammensetzung des Spiegeleisens, zeigen folgende Analysen eines solchen von Theresienthal (a) und aus Nordamerika (b):

	a	b
Graphit . . } Kohlenstoff . }	2.311	6.09
Silicium . . .	2.732	0.1
Mangan . . .	22.183	11.5.

Der hohe Mangangehalt hat in ersterem trotz des grösseren Siliciumgehaltes den Charakter des Spiegeleisens hervorgebracht, in letzterem aber eine Ausscheidung von Graphit verhindert. Bei einem Mangangehalt über 15 Proc. verschwindet der Spiegel allmälig und das Product wird strahlig-splittrig im Bruche (Ferromangan mit bis 70 Proc. und mehr Mn). In Schweden hat man ein Product mit spiegelnden Flächen ohne jeden Mangangehalt erblasen.

Constitution von Stahl und Stabeisen.

2. Schmiedbares Eisen.[3]) Nach Fuchs[4]) ist Stahl eine Verbindung von tesseralem geschmeidigen Eisen mit Roheisen; nach

1) B. u. h. Ztg. 1872, S. 216. 2) Oest. Jahrb. 1874, Bd. 22, S. 146. 3) Kerl, Met. 3, 578. 4) Dingl. 124, 348.

Gurlt[1]) ebenfalls ein solches Gemenge, dessen Bestandtheile beide im tesseralen Systeme krystallisiren. Tunner[2]) bestreitet dieses und hält durch schnelles Erkalten gehärteten Stahl für ein inniges Gemenge von Spiegel- und geschmeidigem Eisen, langsam erkalteten Stahl für ein Gemenge von grauem Roheisen und Stabeisen mit nur Resten von Spiegeleisen. Nach Mrazek[3]) ist im Stahl und Stabeisen freies Eisen mit Carburet, Phosphoret, Silicid und Sulfuret von Eisen innig gemengt und hängen die Eigenschaften dieser Producte von dem Verhältniss des freien Eisens zu den erwähnten Verbindungen ab, namentlich die Kalt- und Heissfestigkeit, sowie die Schweissbarkeit. — Jullien[4]) hat das abweichende Verhalten von Gusseisen und Stahl mit der Theorie der latenten Wärme in Verbindung gebracht, welche Lehre die Annahme bestätigt, dass die Graphitausscheidung erst vom Augenblicke des Erstarrens des Carburetes beginnt (S. 4). — Nachdem bereits Le Play die Ansicht ausgesprochen, dass jeder Eisenstein die Fähigkeit besitze, ein besonderes Eisen zu geben, schrieb Berzelius die verschiedenen Eigenschaften des Eisens zweien allotropischen Zuständen (Ferrosum und Ferricum) desselben zu und hat de Cizancourt[5]) diese Theorie der Praxis anzupassen gesucht.

Ursprung der Beimengungen.

C. Durch den Gehalt an fremden Beimengungen.[6]) Die meisten Roheisensorten enthalten 5—8, bei grösserem Mangangehalt selbst 12—20 Proc. und mehr fremde Bestandtheile, welche aus den Schmelzmaterialien mehr oder weniger, je nach der vorhandenen Menge und Verbindungsweise dieser Stoffe, der Höhe der Temperatur und der Basilität der Beschickung reducirt werden und bei Verarbeitung des Roheisens auf schmiedbare Carburete auch in diese zum Theil übergehen.

Die Wirkung dieser Substanzen besteht darin, dass sie entweder direct in das Carburet eingehen und dessen Eigenschaften günstig oder ungünstig umändern (Schwefel, Phosphor, Mangan, Silicium, Wolfram etc.), oder indirect zur Abscheidung schädlicher Bestandtheile beitragen (Mangan, Titan etc.), oder die Schmelzbarkeit der Schlacke modificiren (Mangan, Titan etc.). Hinsichtlich der Menge solcher Elemente, welche einen schädlichen oder günstigen Einfluss ausüben, findet man oft ganz einander widerstreitende Angaben, was darin seinen Grund hat, dass ausser der vorhandenen Quantität des betreffenden Körpers von Einfluss auf die Eigenschaften des Productes sein kann: die Art seiner Erzeugung, die mechanische Bearbeitung, die Umsicht, mit welcher das fertige Material z. B. vom Maschinenbauer behandelt wird, das Zusammenvorkommen mehrerer fremdartiger Substanzen u. A. Namentlich hinsichtlich des letzteren Punktes ist noch Vieles aufzuklären.

[illegible] kommen hauptsächlich nachstehende Elemente in Rücksicht:

Schwefel.

1. Schwefel. Derselbe wirkt

Roheisen.

a. im Roheisen[7]) der Kohlung des Eisens entgegen oder auf Gebundenbleiben des Kohlenstoffs hin, befördert dadurch das Weisswerden des Roheisens, ertheilt ihm im Flusse röthliche Farbe und Dickflüssigkeit, aber leichtere Schmelzbarkeit. Je höher das Eisen bereits gekohlt ist, um so weniger Schwefel nimmt dasselbe, z. B.

1) B. u. h. Ztg. 1860, S. 502. 2) Oest. Jahrb. 1861, Bd. 10, S. 479. 3) B. u. h. Ztg. 1872, S. 183. 4) Rev. univ. 1865, liv. 6, p. 552. 5) B. u. h. Ztg. 1864, S. 225; 1866, S. 183. Percy-Wedding, Eisenh., Bd. 1, S. 17. Riley in Amer. Chem. 3, 48. 6) Åkerman in Jern-Kontorets Annaler 1873, Hft. 1. Kleinschmidt in B. u. h. Ztg. 1868, S. 262. Gruner in B. u. h. Ztg. 1868, S. 334. 7) Åkerman in B. u. h. Ztg. 1873, S. 214.

aus der Brennmaterialasche vor den Formen, auf. Nach Schafhäutl[1]) und v. Mayrhofer[2]) soll der Schwefel im Roheisen auch an Silicium gebunden vorkommen.

Beispiele.

Bei einem Schwefelgehalt von 0.6 Proc. wird das Roheisen schon weiss, leichtschmelziger und dickflüssiger, erstarrt schnell, zeigt geringe Festigkeit und ist weder zur Stabeisenbereitung, noch zur Giesserei brauchbar, indem stumpfkantige blasige Güsse von entwickeltem Schwefelwasserstoff oder Schwefelkohlenstoff entstehen. Bei einem geringeren Schwefelgehalt (z. B. 0.1—0.2 Proc.) erzeugt sich bei einer Temperatur, in welcher sonst graues Eisen entstehen würde, ein hitziges festes, halbirtes Eisen (schwedisches Kanoneneisen). — Nach Eggertz[3]) enthält schwedisches Kanoneneisen 0.07—0.1 Proc. Schwefel und darüber; schwedisches und steyrisches Frischroheisen 0.02—0.04 (wenn mehr, entsteht beim Frischen schon rothbrüchiges Stabeisen), amerikanisches R. durchschnittlich 0.207 (Lac Superior-Bessemereisen enthält nicht über 0.02, Missourieisen selten über 0.01 Proc.); nach Day[4]) R. von Cleveland 0.035, von Nord-Staffordshire 0.04, von Derbyshire 0.0447, von Yorkshire 0.052, von Ulverstone 0.056, von Süd-Staffordshire 0.0614, von Südwales 0.098. von Northamptonshire 0.269 und aus Schottland 0.283 Proc.; Bessemerroheisen[5]) soll nicht über 0.1 Proc. enthalten; aus Kiesabbränden[6]) der Schwefelsäurefabriken liess sich unter Zuschlag von Erzen Roheisen mit 0.2—0.1, selbst 0.022 Proc. Schwefel darstellen.

Ursprung des Schwefels.

Der Schwefel gelangt ins Roheisen weniger aus den Zuschlägen, als aus dem Brennmaterial[7]) und Erze von in denselben enthaltenen Schwefelmetallen (Schwefelkies, Zinkblende, Bleiglanz etc.) und daraus verflüchtigtem Schwefel (Schwefelkies), sowie durch Reduction schwefelsaurer Salze (Schwerspath, Gyps etc.).

Gegenmittel.

Der Schwefel lässt sich leichter als Phosphor entfernen durch passende Vorbereitung des Brennmaterials (Verwaschen der Steinkohlen vor der Vercokung, Anwendung von Wasserdampf[8]) oder Zusatz von Kalk[9]) bei letzterer, Ablöschen der Cokes mit Wasser; weniger bewährt gefunden sind: die Behandlung der Cokes mit erhitzter Luft oder verdünnter Salzsäure, Zusatz von Kochsalz beim Vercoken etc.); durch Vorbereitung der Erze, als: mechanische Aufbereitung, namentlich Handscheidung und Klaubarkeit (Entfernung der Schwefelmetalle, Schwerspath etc.), durch Röstung, wohl in Verbindung mit Verwittern und Auslaugen (Schwefelkies, Kupferkies etc.); durch geeignete Zuschläge beim Verschmelzen, namentlich manganhaltige[10]) bei Weisseisenerzeugung, wo dann das Mangan den Schwefel in der basischen Schlacke als Schwefelmangan zurückhält, kalkhaltiger[11]) bei Graueisenerzeugung (Kalk macht die Beschickung strengflüssiger, in Folge dessen sie länger im Ofen verweilt, das Eisen sich höher kohlt und dann weniger leicht Schwefel aufnimmt, der sich dann mit Calcium verbindet; Flussspath nimmt schwefelsaure Erden auf). Zweifelhafte Erfolge haben Chlorationsmittel (Chlornatrium, Chlorammonium, Eisenchlorid etc.), kohlensaure Alkalien, durch die Formen in den Ofen eingeblasen, ergeben, wegen Wiederzersetzung der erzeugten Schwefelverbindungen in oberen Ofentheilen[12]).

Analytische Bestimmung.

Der Schwefelgehalt im Roheisen lässt sich annähernd nach Eggertz Methode[13]), genauer nur auf analytischem Wege[14]) bestimmen.

Schmiedeeisen u. Stahl.

b. Schmiedbares Eisen verliert durch einen Schwefelgehalt an Schweissbarkeit und Festigkeit in der Hitze, wird rothbrüchig, und zwar ist höher gekohltes Material (Stahl) weniger empfindlich gegen Schwefel, als kohlenstoffärmeres (Schmiedeeisen).

Beispiele.

Einige Tausendstel, meist aber erst 0.01 Proc. Schwefel machen das Schmiedeeisen um so leichter rothbrüchig, je schlechter dasselbe gefrischt ist; ein gleich-

1) Dingl. 153, 349. 2) Oest. Jahrb. 1861, 10, 325. 3) B. u. h. Ztg. 1862, S. 96. 4) Kerpely, Fortschr. 5, 28. 5) B. u. h. Ztg. 1872, S. 451. 6) B. u. h. Ztg. 1871, S. 120. 7) Kärnthn. Ztschr. 1873, Nr. 11, S. 257. 8) B. u. h. Ztg. 1861, S. 372. 9) B. u. h. Ztg. 1857, S. 425; 1859, S. 107. 10) Dingl. 195, 250. Kerpely, Fortschr. 6, 122, Siemens, über Brennstoff u. directe Eisendarstellung 1874, S. 41. 11) B. u. h. Ztg. 1857, S. 425; 1859, S. 107. 12) Kerpely, Fortschr. 3, 104, 105. 13) B. u. h. Ztg. 1862, S. 88, 95. 14) B. u. h. Ztg. 1863, S. 124; 1870, S. 231, 447; 1871, S. 232; 1873, S. 27; 1874, S. 23, 239. Oest. Jahrb. 1861, 10, 496. Dingl. 197, 168. Rev. univers. 1870, Liv. 4 (Konink). Fresen. Ztschr. 1871, S. 280; 1873, S. 224.

artig gefrischtes Material mit 0.04 Proc. Schwefel liess sich nach Eggertz noch lochen, während bei schlechtem Frischen entschieden Rothbruch hervortrat. In den besten Stahlsorten[1]) kommt bis zu 0.012 Proc. Schwefel vor; nach Willis sollen 0.08 Proc. noch nicht schaden, darüber hinaus entsteht Rothbruch.

Gegenmittel. Zur Beseitigung des Schwefels bei Herstellung von schmiedbarem Eisen und Roheisen wendet man ausser Oxydation durch Luft meist nur manganhaltige Zuschläge an, welche indess hier weniger wirksam zu sein scheinen, als im Hohofen; seltener und theilweise mit zweifelhaftem Erfolge andere Oxydationsmittel (Salpeter, Glätte[2]), Eisenoxyd etc.) oder Chlorationsmittel (Kochsalz, Schafhäutl'sches Pulver aus 3 Braunstein, 6 Kochsalz und 1 Thon bestehend), Flussspath u. A.

Phosphor. 2. Phosphor. Derselbe vermindert die Elasticität und Festigkeit aller Eisencarburete bei Erhöhung ihrer Härte.

Roheisen. a. Roheisen. Ein grösserer Phosphorgehalt bildet leichtschmelzige und dünnflüssige Eisensorten[3]), wirkt wohl mit in Folge dieser Leichtschmelzigkeit der Graphitbildung entgegen, begünstigt somit die Entstehung von weissem Roheisen, ungeeignet zur Giesserei wegen Sprödigkeit, Härte und Geneigtheit zu Spannungen, und auch nicht tauglich zum Frischen wegen Entstehung von bei gewöhnlicher Temperatur weniger fester, sogenannter kaltbrüchiger Producte. Bei geringerem Phosphorgehalt bilden sich lichtgraue Eisensorten, wegen grosser Dünnflüssigkeit zu Kunst- und Geschirrguss sehr anwendbar, insofern die harten, wenig elastischen und in Folge von Spannungen zum Zerspringen geneigten Gussstücke keiner mechanischen Bearbeitung bedürfen, sowie Stössen nicht ausgesetzt sind. Auch lässt sich aus solchem grauen Material ordinäres Schmiedeeisen erzeugen.

Beispiele. Lichtgraues Giessereiroheisen enthält bis 3, selbst 6 Proc., gutes Bessemerroheisen[4]) hält zweckmässig nicht über 0.05 Proc. P., zuweilen steigt aber der Gehalt auf 0.08, 0.12—0.15 Proc. für ordinäre Producte daraus (z. B. Rails)[5]), Mengen, welche beim Herdfrischen und Puddeln weit weniger schaden. Während gewöhnliches Oberschlesisches Cokesroheisen mit 0.2—0.5 Proc. zum Bessemern nicht verwendbar war, eignete sich dafür ein aus phosphorarmen Erzen erzeugtes Product mit nicht über 0.123 Proc. Cumberländer Hematit-Bessemereisen enthält 0.05 Proc., von Georg-Marienhütte bei Osnabrück 0.08—0.15, solches von Hörde, Dortmund, Oberhausen und Ruhrort durchschnittlich 0.05—0.15, Pirnaer 0.05 Proc., schwedisches 0.031, Kalaner (Siebenbürgen) 0, steyrisch-kärnthnerisches Spur bis 0.04 Proc., Lac Superior-Roheisen durchschnittlich in 27 Sorten 0.13 Proc., dasselbe ist aber sonst rein und giebt den zähesten Bessemerstahl. — Spiegeleisen enthält meist nur Spuren Phosphor, es scheint jedoch ein grösserer Mangangehalt die Bildung eines solchen Eisens auch aus phosphorhaltigen Erzen zuzulassen, wenn vielleicht die Phosphorsäure als phosphorsaures Manganoxydul[6]) vorhanden, welches sich weit schwieriger reducirt, als phosphorsaures Eisenoxyd; so erfolgte z. B. aus Erzen mit 0.335 Proc. Phosphor Spiegeleisen mit 0.057 Proc. Phosphor und 7.218 Proc. Mangan; Siegener Spatheisensteine mit 0.54 Proc. Phosphorsäure geben Spiegeleisen mit 0.059 Proc. Phosphor und 10.7 Mangan, Ilseder Spiegeleisen[7]) hält 2.8—3 Proc. Phosphor und 3.35 Proc. Mangan. — Graue Frischroheisensorten enthalten gewöhnlich nicht über 1 Proc., gute weisse Frischroheisen aus reineren Erzen meist nur geringe Mengen, selten über 0.4—0.5 Proc. — Englands Roheisensorten enthalten nach Day[8]): Hematitroheisen 0.144, Eisen aus Südwales 0.473, Süd-Staffordshire 0.48, Nord-Staffordshire 1.07, Yorkshire 0.54, Schottland 0.73, Derbyshire 0.865, Nordhamptonshire 1.143, Cleveland 1.32; deutsche Hütten[9]): Wissen 0.551, Berge Borbeck 0.983, v. Born 0.964, nieder-

---

1) B. u. h. Ztg. 1862, S. 95; 1872, S. 226. 2) B. u. h. Ztg. 1864, S. 232. 3) B. u. h. Ztg. 1860, S. 448; 1868, S. 251; 1871, S. 387; 1873, S. 215. Dingl. 205, 118. 4) Entstehung: B. u. h. Ztg. 1866, S. 225; 1867, S. 137; 1868, S. 169, 209, 225; 1869, S. 149; 1871, S. 396; 1872, S. 284, 451; 1873, S. 100, 307, 328, 357; 1874, S. 105, 347, 466. Engin. and min. J., New-York 1874, Vol. 17, Nr. 23. Oest. Jahrb. 1865, S. 104. 5) B. u. h. Ztg. 1866, S. 174; 1874, S. 247. 6) Engin. and min. J., New-York 1874, Vol. 17, No. 26, p. 406. 7) B. u. h. Ztg. 1872, S. 338. 8) Kerpely, Fortschr. 5, 30. 9) Oest. Ztschr. 1868, S. 241; 1872, S. 338.

rhein. H. 1.007, Vulkan 1.030, Mathildenhütte bei Harzburg 1.346, Salzgitter 1.588, Ilseder Weisseisen 2.28—2.89, Oberschlesien 0.2—0.5, Luxemburger Minetteeisen 1.2—1.82 Proc. Phosphor.

Ursprung des Phosphors.

Der Phosphorgehalt im Roheisen kommt weniger aus den Brennmaterialien [1]) (wenn nicht aus zuweilen phosphorreichem Torf; Holzasche enthält nach Caron 0.08—0.10, nach Anderen bis 7.17 Proc., Steinkohlenasche nach Balling 0.085—0.777, nach Anderen bis 1.5 Proc. Phosphorsäure) und Zuschlägen (Kalk besitzt zuweilen phosphorhaltige Versteinerungen), als aus den Erzen, in welchen entweder Eisenphosphat oder phosphorhaltige Beimengungen (Kalkphosphat, Phosphorit, z. B. zu Ilsede und in manchen westphälischen Kohleneisensteinen etc., phosphorsaure Thonerde, z. B. zu Kladno, Apatit in nordischen Magneteisensteinen) vorhanden sein können. Je höher die Temperatur (also bei je mehr Brennmaterial und je stärker erhitzem Winde) und je mehr Phosphorsäure mit dem Eisenoxyd selbst verbunden ist, um so mehr Phosphor wird reducirt und namentlich bei saurer Beschickung geht bei der Erzeugungstemperatur des Roheisens sämmtlicher oder doch fast aller Phosphor ins Roheisen.

Gegenmittel.

Ein allgemein anwendbares Mittel zur wirksamen Beseitigung des Phosphors bei der Roheisenbereitung giebt es zur Zeit nicht.[2]) Zur theilweisen Entfernung dieses Körpers hat man in Anwendung gebracht: ein Ausklauben des Phosphorites (Ilseder Hütte, Westphalen); ein Ausziehen von phosphorsaurer Thonerde mittelst Salzsäure oder schwefliger Säure in wässeriger Lösung[3]) (Jacobi's Methode in Kladno), welches Verfahren jedoch nur in speciellen Fällen praktisch hinreichend billig durchführbar ist; basische Beschickungen, bei welchen zwar mehr Phosphor in der Schlacke bleibt, als bei sauren, aber immer noch zu viel auch im Roheisen (bei basischen Clevelandschlacken hielt Roheisen $1^1/_2$ Proc. Phosphor, die Schlacke nur $^1/_{15}$ vom Phosphorgehalt des Eisens). Unwirksam oder aus ökonomischen Gründen unpraktisch sind befunden: Kalkzuschläge und heisse Gebläseluft, welche letztere die Phosphorreduction sogar noch begünstigt; Einblasen chlorhaltiger Substanzen durch die Formen[4]), Abstechen des Roheisens auf Ingredienzien (Warner's Patent), in Flussspath und Roheisenstein enthaltende Formen (Verfahren von Caron und Henderson).[5]) Während nach Caron[6]) Mangan zur Abscheidung des Phosphors nichts beiträgt, ist dieses nach Jordan und Muck[7]) der Fall, indem die später zu erwähnenden, auf dem Roheisen sich ausscheidenden Narben reich an Phosphorsäure sind. Kieselsäure scheidet aus phosphorsaurem Kalk die Phosphorsäure in erhöhter Temperatur aus, Flussspath und Kryolith schmelzen damit ohne Zersetzung zusammen.

Schmiedeeisen und Stahl.

b. Schmiedbares Eisen. Durch einen merklichen Phosphorgehalt wird die Schweissbarkeit in gewissen Grenzen erhöht, das Carburet wird aber härter, daher brüchiger (1 Thl. Phosphor soll in dieser Beziehung nahe dieselbe Wirkung hervorbringen, wie 2 Thle. Kohlenstoff) und die Festigkeit desselben nimmt namentlich bei gewöhnlicher Temperatur (Kaltbruch) um so mehr ab, je kohlenstoffreicher das Product[8]), so dass der Stahl, besonders in den kohlenstoffreicheren härteren Sorten, empfindlicher gegen Phosphor ist, als Schmiedeeisen.

Der Kaltbruch wird nach Tunner[9]) durch ein Krystallinischwerden des Eisens veranlasst, zu welchem dasselbe schon bei geringerer Erhitzung und

---

1) Oest. Ztschr. 1868, No. 31. B. u. h. Ztg. 1873, S. 239. Dingl. 169, 349; 208, 64. 2) B. u. h. Ztg. 1872, S. 287. 3) B. u. h. Ztg. 1865, S. 264; 1870, S. 376; 1871, S. 330, 435. Dingl. 212, 486. Jron and Steel Inst. 1874, No. 1, p. 221. 4) B. u. h. Ztg. 1864, S. 231; 1866, S. 396; 1868, S. 44. 5) B. u. h. Ztg. 1868, S. 265; 1871, S. 239; 1872, S. 267, 346. Kerpely, Fortschr. 5, 29. 6) B. u. h. Ztg. 1863, S. 372. Kerpely, Fortschr. 1, 21; 2, 26. 7) B. u. h. Ztg. 1866, S. 226. 8) B. u. h. Ztg. 1866, S. 174; 1872, S. 451. 9) B. u. h. Ztg. 1874, S. 194.

in kürzerer Zeit durch Phosphor disponirt wird, als durch längeres, stärkeres Erhitzen und langsame Abkühlung ohne Phosphorgehalt (verbranntes Eisen, welches durch mässige Bearbeitung in etwas höherer Temperatur das krystallinische Gefüge wieder verliert, nicht aber das phosphorhaltige Eisen). Die abweichenden Angaben über die Mengen Phosphor, welche zur Hervorbringung von Kaltbruch genügen, sind darin begründet, dass derselbe nicht allein von dem Phosphorgehalt, sondern auch von der Art der Erhitzung und der darauf folgenden mechanischen Bearbeitung (dasselbe Eisen in Stabform war kaltbrüchig, als Draht nicht mehr) abhängt, so wie durch die Art der Herstellung des Eisens bedingt ist. (Puddeleisen ist am wenigsten empfindlich, mehr Herdfrischeisen und am meisten Bessemereisen, indem z. B. Schienen aus Puddeleisen bei 0.25 Proc. Phosphor kaum eine Spur Kaltbruch erkennen lassen und bei 0.4 Proc. noch brauchbar sind, Bessemereisenschienen aber schon bei 0.1 Proc. nicht nutzbar sein können). Die Ursache hiervon liegt nach Knut Styffe[1]) wahrscheinlich in der dem Eisen beigemengten Schlacke, welche den Zusammenhang, somit die Kraft zur Bildung einer continuirlichen, Brüchigkeit begünstigenden Krystallfläche um so mehr unterbricht, in je reichlicherer Menge sie vorhanden ist. Puddeleisen enthält die meiste, Bessemereisen die geringste Menge Schlacke, daher deren verschiedene Neigung zum Kaltbruch bei denselben Phosphormengen. Nach Kleinschmidt[2]) soll die grössere Empfindlichkeit kohlenstoffreicheren Eisens gegen Phosphor darin ihren Grund haben, dass derselbe die meiste Verwandtschaft zum Eisen zeigt und sich erst nach dem Kohlenstoff, d. h. beim Schweissen entfernen lässt. Hiernach sind die folgenden verschiedenartigen Angaben zu beurtheilen: Karsten's Beobachtung, dass ein Phosphorgehalt unter 0.5 Proc. dem Schmiedeeisen nichts schadet, ist durch spätere, namentlich schwedische Untersuchungen widerlegt, indem nach Eggertz[3]) Eisen mit 0.25—0.30 Proc. Phosphor schon Kaltbruch zeigte, sich aber noch zu feinen Schmiedearbeiten (Nägeln, Draht etc.) verwenden liess. Nach Paul und Miller[4]) wurden in sehr festen Eisenstäben 0.144—0.38, in Stahlstäben 0.24—0.241 Proc. Phosphor gefunden und es sollen frühere Analysen wegen Ungenauigkeit der gewählten Analysirmethoden den Phosphorgehalt zu gering angeben. Nach Tunner[5]) wirkt ein mässiger Phosphorgehalt in dem zu ordinären Verwendungen bestimmten Eisen und selbst in weichen Stahlsorten (Federnstahl) eher vortheilhaft, als nachtheilig, indem er die absolute Festigkeit, Härte und Elasticität vermehrt, allerdings aber die Dehnbarkeit mindert und die Neigung zum Brennen vermehrt.

Stahl wird durch einen Phosphorgehalt um so spröder, kaltbrüchiger und weniger fest, je höher dessen Kohlenstoffgehalt, so dass die härteren Sorten höchstens 0.01—0.02 Proc. davon enthalten dürfen.

Nach Gruner[6]) macht ein Phosphorgehalt von 2—3 Tausendstel den Stahl starr und elastisch, vermehrt die elastische Spannkraft und Zugfestigkeit, ohne die Härte zu verändern, es wird aber der Stahl wegen Mangels an Sehne kurzbrüchig und spröde. Eggertz[7]) fand in den meisten geschätzten Stahlsorten 0.01—0.02 Proc. Phosphor, häufig nur von der Brennmaterialasche herrührend. Siemens fand Stahlschienen mit 0.08 Proc. Phosphor schon sehr kaltbrüchig. Knut Styffe kennt keine als gut anerkannte Stahlsorte mit über 0.04 Proc. Phosphor; bei Zunahme desselben verliert der Stahl bei wiederholter Erhitzung immer mehr von seinen charakteristischen Eigenschaften, so dass er endlich gar nicht mehr gehärtet werden kann und sehr kurzbrüchig wird. Bei 0.06 Proc. Phosphor sind kohlenstoffreiche Stahle für die meisten Zwecke unanwendbar.

Tritt der Kohlenstoffgehalt, sowie auch derjenige anderer Beimengungen (Silicium, Schwefel etc.) bedeutend zurück, so kann der Phosphor bis zu einer gewissen Grenze steigen, ohne dass unbrauchbare Producte entstehen. So stellt man aus solchem phosphorreichen und kohlenstoffarmen Material (Phosphorstahl[8]) genannt,

---

1) Kick, techn. Bl. 1874, S. 44. 2) B. u. h. Ztg. 1868, S. 262. 3) B. u. h. Ztg. 1860, S. 418. 4) B. u. h. Ztg. 1870, S. 56, 303. 5) Oest. Jahrb. 1874, Bd. 22, Hft. 2. 6) B. u. h. Ztg. 1870, S. 208. Kerpely, Fortschr. 7, 309. 7) B. u. h. Ztg. 1860, S. 412; 1870, S. 245; 1872, S. 226. 8) Geschichtliches in Rev. univers. 1874, Vol. 36, p. 169. (Nordamerika, Terrenoire und Tessié du Motay machen sich die Erfindung streitig.)

ohne wirklicher Stahl zu sein, welcher noch vollständig hämmerbar ist), gute Schienen dar. Hiermit steht die Thatsache im Einklang, dass Bessemerhütten, welchen nur minder reine Erze zu Gebote stehen, genöthigt sind, den Kohlenstoffgehalt ihres Stahles innerhalb engerer Grenzen zu halten, als solche, welche mit reinen Erzen arbeiten, indem in ersterem Falle der Stahl bei einem weit niedrigeren Kohlenstoffgehalte, als derjenige des reinen Stahls die zulässige Grenze der Sprödigkeit erreicht.[1])

Beispiele.

Zur Königin-Marienhütte[2]) bei Zwickau und zur Maxhütte in Baiern wird aus phosphorhaltigem Roheisen mit 3.59 C, 2.60 Mn, 2.187 P, 0.04 S und 2.50 Si Stahl zu Schienendeckeln durch Bessemern von folgender Zusammensetzung dargestellt: C 0.10—0.15, S 0.04—0.06, Mn 0.40—0.70, Si 0.40—0.70, P 0.10—0.15 (Zwickau); bei über 0.2 Proc. ist der Stahl zu zerbrechlich. Ein geringer Mangangehalt soll den Stahl hämmer- und schweissbarer machen. — Zu Terrenoire[3]) erzeugt man einen guten Stahl mit nur 0.15 Proc. Kohlenstoff und 0.3 Proc. Phosphor zu Schienen durch Ueberoxydiren von phosphorhaltigem Roheisen in der Bessemerbirne und Zusatz von manganreichem Ferromangan statt des Spiegeleisens, oder durch Umschmelzen phosphorhaltiger alter Schienen mit Ferromangan, wodurch ein kohlenstoffärmeres Product als mit Spiegeleisen erfolgt. Es enthält nämlich Ferromangan mit gewöhnlich 50—75 Proc. Mangan nahezu denselben Kohlenstoffgehalt (etwa 5—7 Proc.) wie Spiegeleisen mit 10 Proc. Mangan; man braucht deshalb zur Erreichung desselben Effectes durch gleiche Mengen Mangan von ersterem viel weniger, als von letzterem und bringt dadurch nur $^1/_5$—$^1/_4$ so viel Kohlenstoff ins Bessemermetall, als durch Spiegeleisen. Unter dem Namen Métal fondu stellt man zu Terrenoire und Creusot durch Zusatz von 42.2 Proc. Ferromangan zu reinem entkohlten Material im Bessemer- oder Martinofen Producte mit 0.15 Proc. Kohlenstoff dar, welche sich zwar nicht härten lassen, aber eine bedeutende Festigkeit besitzen und ausgezeichnete Drähte, Bleche, Axen und Maschinentheile geben. — Auf den Werken der New-Jersey-Stahl-Compagnie[4]) zu Trenton dargestellter Martinstahl enthält 0.12—0.16 C, 0.11—0.31 P, 0.003—0.008 S, 0.058—0.144 Mn und 0.015—0.174 Si. Der Stahl war gleich gut bei 0.30 P und 0.06 C, sowie bei 0.08 P und 0.20 C. Hält nach Holley[5]) Stahl 0.15 P, und einen gleichen Durchschnittsgehalt an anderen Stoffen, so wird er bei 0.30 Proc. C brüchig; hält er 0.05 Proc. P oder andere äquivalente Stoffe, so ist er bei 0.75 Proc. nicht brüchig.

Ein ähnlicher Zusammenhang, wie zwischen Kohlenstoff und Phosphor besteht, scheint auch zwischen Silicium und Phosphor zu existiren.[6]) Während phosphorfreier Stahl eines grösseren Siliciumgehaltes sehr wohl entbehren kann (indischer Wootzstahl enthielt nach Rammelsberg neben 0.002 Proc. Schwefel und 0.009 Proc. Phosphor nur 0.136 Proc. Silicium), so ist bei Stahl mit einem gewissen Phosphorgehalt die Anwesenheit einer gewissen Menge Silicium vortheilhaft, indem nach vielen Analysen der wesentlichste Unterschied zwischen Guss- und Bessemerstahl darin besteht, dass letzterer nur sehr wenig, höchstens 0.1 Proc. Silicium enthält, ersterer dagegen mindestens die doppelte Menge.

Der geringe Siliciumgehalt des Bessemerstahles ist eine Folge der rapiden Oxydation des Siliciums vor der Entkohlung beim Bessemern. Da nun bei Verarbeitung eines phosphorhaltigen Roheisens in der Bessemerbirne der Phosphor nicht abgeschieden wird (s. später), wohl aber mehr Silicium, als zur Neutralisation des üblen Einflusses des Phosphor erforderlich ist, so ergiebt sich hieraus, dass zur Erzielung eines dem Gussstahl gleichen Bessemerstahls phosphorfreies

1) Kick, techn. Bl. 1874, S. 119. 2) Rev. univers. 1874, Vol. 35, p. 623. B. u. h. Ztg. 1874, S. 330. 3) B. u. h. Ztg. 1874, S. 130, 330, 393. Rev. univers. 1874, Vol. 35, p. 158. Ztschr. f. d. deutsch-öster. Eisen-, Stahl- und Maschinen-Industrie 1874, No. 33. Rev. univers. 1874, Vol. 36, p. 165, 169. 4) B. u. h. Ztg. 1874, S. 347. Rev. univers. 1874, Vol. 36, p. 169. 5) B. u. h. Ztg. 1874, S. 347. 6) Kick, techn. Bl. 1874, S. 114.

Roheisen verwandt werden muss. — Die Frage, ob ein geringer Schwefelgehalt[1]), wie mehrfach behauptet worden, die schädliche Wirkung des Phosphors aufzuheben vermag, ist noch nicht endgültig entschieden.

Gegenmittel.

Das wirksamste Mittel für die Entfernung des Phosphors bei der Schmiedeeisen- und Stahlbereitung ist zur Zeit die Erzeugung einer eisenoxydulreichen basischen Schlacke bei Frischprocessen etc., welche durch Oxydation des Phosphors entstandene Phosphorsäure zumeist gebunden hält, während bei einer kieselsäurereicheren Schlacke (z. B. mit über 38—40 Proc. Kieselsäure) die Phosphorsäure von der Kieselsäure ausgetrieben, in Berührung mit Kohle reducirt und wieder ins Eisen geführt wird.[2]) Daher vollständigere Abscheidung des Phosphors in Rennherden und Wolfsöfen, beim Puddel-, Raffinir- und Heatonprozess (beim Puddeln an $^3/_4$ der im Roheisen enthaltenen Menge[3]), neuerdings noch mehr bei Zusatz von reichen Eisenerzen), in den mit reichen Eisenerzen ausgefütterten Puddel-Rotiröfen von Danks und Crampton und dem Bessemerofen von Rochussen und Daelen, in schwedischen Bessemerbirnen mit Magnesitfutter[4]), wegen Erzeugung einer Schlacke mit nur 20—35 Proc. Kieselsäure, — als im gewöhnlichen mit kieselsäurereichem Gestein (Ganister) ausgefütterten Bessemerofen, im Siemens-Martinofen und beim Umschmelzen des Roheisens im Cupolofen und Flammofen, wobei Schlacken mit 45—52 Proc. Kieselsäure entstehen. Ausser Eisenoxydul sind als starke Basen alkalische Erden und besonders Alkalien[5]) zu verwenden. Mehr oder weniger wirksam sind bei Frischprozessen angewandte Oxydationsmittel (Bleiglätte, Eisenoxyd, Salpeter, Braunstein, Wasserdampf, Kohlensäure etc.), Chlorationsmittel (Chlornatrium mit Thon und Braunstein nach Schafhäutl, Eisenerz, Thon, Kalk und Kochsalz nach Couilhac, Chloride der Alkalien und Erden nach Fortane, Eisenchlorid nach Augustin, Chlormangan und Bleichkalk nach Duclos, nach Wintzer Chlorcalcium und nach Scheerer zusammengeschmolzenes Kochsalz und Chlorcalcium), Fluorverbindungen (Flussspath und Kieselsäure nach Henderson), Kalk- und Manganverbindungen u. A. (bei den einzelnen Prozessen wird später noch davon die Rede sein). Parry[6]) schmilzt phosphorhaltige Eisenabfälle mit phosphorfreien Erzen auf Roheisen, Kupelwieser[7]) überbläst zur Erzielung gut nutzbarer Bessemerproducte aus phosphorhaltigem Roheisen den Stahl, lässt die phosphorhaltige Schlacke ab und kohlt das Product im Siemens-Martinofen mit phosphorfreiem weissen Roheisen zurück. Dass beim Frischen Phosphoreisen als solches aussaigert, wie Percy meint, bestreitet Mrazek.[8]) Eggertz[9]) hat eine einfache Methode zur Bestimmung des Phosphors im Roheisen angegeben.

Analytische Bestimmung.

Silicium.

3. Silicium.[10]) Dasselbe verschlechtert im Allgemeinen, wenn über eine gewisse Grenze vorhanden, die Eigenschaften der Carburete, vermindert namentlich deren Festigkeit und ist nur in ganz einzelnen Fällen erwünscht (z. B. im Bessemerroheisen).

Roheisen

a. Roheisen. Ein grösserer Siliciumgehalt (über 2.5 Proc.) macht das graue Roheisen weniger fest und härter, also zur Giesserei weniger geeignet, vergrössert auch (über 3 Proc.) den Eisenverlust beim Verfrischen auf geschmeidiges Eisen zu sehr, indem das oxydirte Eisen von der gebildeten Kieselsäure aufgenommen wird und siliciumreicheres Frischeisen entsteht. Ein grösserer Siliciumgehalt schützt den Kohlenstoff des Roheisens beim Frischen, Umschmelzen und Feinen vor Oxydation, indem dasselbe zum Sauerstoff verwandter ist, als Kohlenstoff. Weisses Roheisen, wegen Erzeugung in niedriger Temperatur gewöhnlich ärmer an Silicium, als graues, kann indess auch siliciumreich sein, z. B. wenn es durch

1) B. u. h. Ztg. 1855, S. 194; 1859, S. 49; 1862, S. 97; 1873, S. 329. Dingl. 169, 38. 2) B. u. h. Ztg. 1866, S. 60; 1869, S. 426; 1871, S. 239. 3) B. u. h. Ztg. 1873, S. 390; 1874, S. 60. 4) Preuss. Ztschr. 11, 236, 253. 5) B. u. h. Ztg. 1873, S. 457. 6) Kerpely, Fortschr. 3, 146. 7) B. u. h. Ztg. 1873, S. 351. 8) B. u. h. Ztg. 1869, S. 426. 9) B. u. h. Ztg. 1860, S. 415. Sonstige Methoden: von Nicklès ebend. 1863, S. 124; Parry in Iron and Steel Inst. 1872, Vol. 2, No. 54; Richters in Dingl. 197, 168; Meinicke in Fresen. Ztschr. 1871, S. 280. 10) Åkerman in B. u. h. Ztg. 1873, S. 214.



Abschrecken von siliciumreichem Graueisen (S. 5) oder beim Rohgang (S. 3) entstanden ist, in welch letzterem Falle kohlearmes, zur Aufnahme von Silicium geneigteres Eisen sich bildet, als wenn dasselbe höher gekohlt ist.

Beispiele. Das meiste Silicium pflegt graues, mit Cokes und heissem Winde erzeugtes Roheisen zu enthalten, oft mehr als 4 Proc. Ausnahmsweise erfolgen Producte mit bis 8 Proc. und mehr, z. B. bei langsamem und sehr heissem Ofengange, in hoher Temperatur beim Anblasen des Ofens oder bei an Kieselsäure reicher Beschickung. Solche Producte [1]) (glattes oder Silberroheisen, fonte glacée oder argentée, glacy iron, glazed pig) geben sich durch das Bruchansehen leicht zu erkennen, sie zeigen feineres Korn und lichtere Farbe bei schwachem Metallglanz, bei grossem Siliciumgehalt, z. B. bei 8 Proc., eine sehr helle Farbe, grobes flaches oder etwas gewölbtes Korn bei rauhem Bruche und einem dem reinen Silicium ähnlichen Glanze. Gutes graues Holzkohlenroheisen enthält gewöhnlich 1—2 und weisses Eisen 0.01—1 Proc. Eggertz [2]) fand in Cokesroheisen durchschnittlich 3 Proc. und mehr, grösster Gehalt im grauen schwedischen Holzkohleneisen 2.7 Proc., in Spiegeleisen 0.8 Proc., geringster Gehalt im schwedischen Graueisen 0.2, im weissen daher 0.01, im guten Giessereiroheisen 1—2, im Roheisen zum Puddeln und für Franche Comtéfeuer 0.5, für Lancashirefrischen 0.2 Proc. — Nach einer grossen Anzahl Analysen [3]) enthalten deutsche Spiegeleisen 0.457, strahlige und blumige Flossen 0.223, grossluckige Flossen 0.245, kleinluckige Flossen 0.530, weisse gekrauste Flossen 0.802, stark halbirtes Roheisen 0.889; Durchschnittsgehalt sämmtlicher weisser Sorten 0.5576 Proc. Oberschlesisches Cokesroheisen hielt 3—4, Steinkohlenroheisen von Antonienhütte 4—6 Proc. Silicium neben 0.2—0.5 Proc. P. — Im grauen Bessemerroheisen (S. 12) beträgt der Siliciumgehalt zweckmässig 1.5—2.5 Proc. (nach Snelus nicht unter 2.5 und nicht über 3.5 Proc.), indem die bei Oxydation desselben erzeugte hohe Temperatur für den Frischprocess nutzbar gemacht werden soll. Nach Jordan [4]) liefert verbrennendes Silicium 6382, Eisen nur 1268 Wärmeeinheiten; 1 Aeq. Silicium giebt doppelt so viel Wärme, als 1 Aeq. Kohlenstoff.

Ursprung d. Siliciums. Das Silicium wird aus Kieselsäure im Erz, in der Asche des Brennmaterials (namentlich in Steinkohlen und Cokes, wenig in Holzkohlen) und zuweilen in den Zuschlägen, auch aus dem Ofenbaumaterial hauptsächlich im Schmelzraum durch Kohle, gekohltes Eisen und Alkalimetalle [5]) um so mehr reducirt, je kieselreicher die Beschickung über Singulosilicat hinaus, je inniger die Kieselsäure mit den Oxyden des Erzes gemengt und je höher die Temperatur ist (bei viel Brennmaterial, namentlich Cokes und heissem Wind, engem Ofengestell). Das vom Eisen aufgenommene Silicium trägt zur Abscheidung eines Theiles des gebundenen Kohlenstoffs als Graphit bei (S. 4), sodass die Entstehung eines siliciumreichen Productes meist mit der Bildung von Graueisen zusammenhängt, während bei der niedrigeren Temperatur, in welcher die weissen Eisensorten entstehen, überall weniger und zwar um so weniger Silicium reducirt wird, je höher dieselben gekohlt sind (von gekraustem Eisen am meisten, von blumigen Flossen am wenigsten, von Spiegeleisen schon etwas mehr wegen höherer Erzeugungstemperatur). Der Gesammtkohlenstoff, sowie der chemisch gebundene Kohlenstoff nimmt mit dem Wachsen der Siliciummenge ab, indem ein Theil des Kohlenstoffs im bereits gekohlten Eisen zur Reduction der Kieselsäure im Gestell verwandt wird.

Während die im Erz und in den Zuschlägen enthaltene Kieselsäure bereits in der Temperatur des oberhalb der Formen liegenden Raumes mehr oder weniger

1) B. u. h. Ztg. 1866, S. 238; 1873, S. 345; 1874, S. 144. Kerpely, Fortschr. 2, 138. 2) B. u. h. Ztg. 1865, S. 395. 3) B. u. h. Ztg. 1872, S. 295. 4) Oest. Ztschr. 1870, No. 17. B. u. h. Ztg. 1874, S. 76. 5) B. u. h. Ztg. 1874, S. 145.

von basischen Erden verschlackt und in dem silicirten Zustande, namentlich bei Uebersättigung mit Kalk, weniger zur Reduction geneigt ist, als im freien, so wird aus dem Brennmaterial erst vor der Form, also in der heissesten Ofengegend, die kieselsäurehaltige Schlacke frei, welche hauptsächlich zur Siliciumreduction Veranlassung giebt. Nach Abel[1]) begünstigt ein Mangel an Thonerde die Siliciumreduction. Das Eisen kann viel mehr Silicium aufnehmen, als Kohlenstoff. Nach Phipson[2]) und Snelus[3]) kommt das Silicium, ähnlich wie Kohlenstoff, in zwei das Verhalten des Roheisens beim Frischen beeinträchtigenden Modificationen vor, einmal gebunden an Eisen, dann in freiem Zustande; nach neueren Untersuchungen von Tosh[4]) und Morton[5]) befindet sich jedoch im Roheisen kein freies Silicium, sondern nur Siliciumeisen, in Kohlenstoffeisen aufgelöst.

Gegenmittel. Der Siliciumreduction wird entgegengewirkt durch eine leichtflüssige manganhaltige Beschickung (wenn auch der Gehalt an Kalkerde, Thonerde und Kieselsäure einem Singulosilicate entspricht) bei möglichst vollständiger Kohlung (unter Entstehung von Weisseisen); ausserdem trägt Mangan zur Ausscheidung von Siliciummangan (Narbenbildung auf Roheisen), sowie zur Bildung von kieselsaurem Manganoxydul in der Schlacke bei. Muss Graueisen erzeugt werden, so macht man die Beschickung bei nicht zu stark erhitztem Winde durch Kalkzuschläge basisch und dadurch strengflüssiger, in Folge dessen sie länger den kohlenden Agentien ausgesetzt ist, das Eisen sich vollständiger kohlt und dann zur Aufnahme von Silicium weniger geneigt ist. Zur Verminderung der Siliciumreduction aus der erst vor der Form frei werdenden Brennmaterialasche, z. B. aus Cokes, setzt man zweckmässig der Steinkohle vor dem Vercoken Kalk zu (Kalkcokes[6])).

Schmiedeeisen und Stahl. b. Schmiedbares Eisen. Dasselbe wird im Allgemeinen durch einen Siliciumgehalt härter, spröder, schmelzbarer, minder fest und weniger schweissbar, und zwar wirkt dieselbe Menge Silicium bei stärkerer Kohlung (Stahl) schädlicher, als bei schwacher (Schmiedeeisen), was nach Snelus[7]) vielleicht davon herrührt, dass der Stahl das Silicium chemisch gebunden enthält, während dasselbe im Schmiedeeisen mehr in der eingemengten Schlacke vorhanden ist. Während schon 0.07 Proc. Silicium Stahl kaltbrüchig machen, wirkt dieser Gehalt auf Schmiedeeisen nicht immer schädlich; steigt derselbe, so wird letzteres faulbrüchig, d. h. dunkelfadig und körnig, mit Ungänzen auf dem Bruche.

Zur Erzielung gleicher Härtegrade des Stahles scheinen sich Kohlenstoff und Silicium in gewissen Grenzen zu vertreten; es enthält z. B. Schienenstahl des Continents 0.08—0.10 Si und nicht über 0.35 C, solcher aus Südwales nur 0.01 Si und 0.45 C. Pepper's Kieselstahl[8]), durch Glühen von Roheisen in Sand erzeugt, ist nichts anderes, als hämmerbares Gusseisen. Nach Mrázek[9]) wirkt in gewissen Grenzen Kohlenstoff auf die Heissfestigkeit und Schweissbarkeit des Stahles viel schädlicher ein, als Silicium, weil ersterer ein geringeres Aequivalentgewicht und grössere chemische Sättigungscapacität für Eisen hat. Silicium und Kohlenstoff stehen zu Eisen in minder grossem chemischen und physikalischen Gegensatz, als Phosphor und Schwefel, weshalb auch das Eisencarburet und Eisensilicid in einem geringeren Gegensatze sich befinden, als Eisenphosphoret und Sulfuret zu dem im Stabeisen und Stahl damit gemengten freien Eisen, daher Schwefel und Phosphor in geringeren Mengen schädlich wirken, als Silicium. Es steht jedoch hinsichtlich der Wirkung auf Eisen Phosphor näher zu Silicium, als zu Schwefel; die ersten beiden sind z. B. durch Hinzutritt zu kohlenstoffreichem Stahl sehr schädlich. Mangan[10]) scheint die durch einen gewissen Siliciumgehalt herbeigeführte Sprödigkeit zu mildern, erhöht aber den Schmelzpunkt des Stahls, während denselben Silicium herabzieht. Silicium in geringsten Mengen hebt die schädliche Wirkung des Phosphors auf (S. 15).

1) B. u. h. Ztg. 1863, S. 296. 2) B. u. h. Ztg. 1865, S. 322; 1866, S. 364; 1871, S. 123, 288. 3) Polyt. Centr. 1871, S. 830. 4) Polyt. Centr. 1866, S. 12. 5) Iron and Steel Inst. 1874, No. 1, p. 102. 6) B. u. h. Ztg. 1857, S. 425; 1859, S. 107; 1865, S. 42; 1868, S. 52; 1870, S. 226. 7) B. u. h. Ztg. 1871, S. 288. 8) Engin. and min. J., New-York 1873, Vol. 16, No. 17. 9) B. u. h. Ztg. 1872, S. 183. 10) B. u. h. Ztg. 1871, S. 448.

Beispiele. Nach Eggertz[1]) enthielt Stabeisen 0.01—0.1, guter Draht aus Herdeisen bis 0.33, Puddeleisen (Panzerplatten) 0.75—3, eine englische Eisenbahnschiene bis 4.5, Stahl 0.01—1, Krupp'scher Gussstahl 0.2 Proc. Silicium. Boussingault[2]), welcher eine günstige Wirkung des Siliciums auf Stahl bezweifelt und meint, dass dasselbe, wie Schwefel und Phosphor eher schädlich, als nützlich sei, fand folgende Siliciumgehalte: in schwedischem Eisen 0.00164—0.00187, Draht 0.0019—0.0023, Gussstahl mit Glockenmarke 0.0007, concentrirter Gussstahl 0.0044, chinesischer Stahl 0.0007, Gussstahl für Wagenfedern 0.00094, Krupp'scher Gussstahl ausgereckt 0.0044, Wolframgussstahl 0.00093, Wootzstahl 0.00062—0.00078.

Gegenmittel. Zur Entfernung eines Siliciumgehaltes bei Darstellung von Eisen und Stahl trägt besonders Mangan und ein vorheriges Raffiniren (Feinen) des Rohmaterials bei; auch ist ein Zuschlag von Flussspath[3]) empfohlen. Nach Troost[4]) kann Stahl beim Umschmelzen in Tiegeln diesen Silicium entziehen.

Analyt. Bestimmung. Eggertz[5]) hat ein einfaches Verfahren zur Bestimmung des Siliciums in Eisencarbureten angegeben.

Mangan. 4. Mangan. Dasselbe erhöht im Allgemeinen die Härte der Carburete, wirkt reinigend auf dieselben und giebt im oxydirten Zustande leichtflüssige Schlacken.

Roheisen. Wirkung d. Mangans. a. Roheisen. Mangan befördert die Bildung von reinem Weisseisen und namentlich Spiegeleisen, indem in der Beschickung enthaltenes Manganoxydul, weit weniger leicht reducirbar als Eisenoxydul, theils in die Schlacke tritt und die Beschickung leichtschmelzig macht, so dass sich aus derselben weniger leicht fremde schwerreducirbare Substanzen (Silicium, Phosphor) ausscheiden und das Eisen verunreinigen, theils aber sich reducirt, ins Eisen geht, die Aufnahme und Zurückhaltung chemisch gebundenen Kohlenstoffs bewirkt, Schwefel und Silicium, weniger Phosphor (S. 13) daraus aufnimmt (wegen leichterer Reducirbarkeit ist die Wirkung energischer, als die des Calciums) und sich entweder Schwefelmangan oder Siliciummangan auf dem Roheisen ausscheidet (Narben- oder Blatternbildung) oder diese als solche (Schwefelmangan) oder oxydirt (kieselsaures Manganoxydul) in die Schlacke führt. Nach Kleinschmidt tritt das Mangan vielleicht auch als Cyanbilder auf.

Den Einfluss des Mangans auf den Schwefelgehalt von mit Cokes aus manganhaltiger Beschickung erblasenen Roheisensorten zu St. Louis (Marseille) zeigen nachstehende Analysen:

	a	b	c	d
Gesammtkohlenstoff .	2.972	3.636	4.445	5.506
Graphit	1.581	3.426	3.246	0.527
Silicium	1.001	4.893	1.700	0.402
Mangan	0.545	0.836	2.872	7.270
Schwefel	0.200	0.015	0.025	0.005

a. Halbirtes Roheisen No. 5 für Giesserei. b. Graues Bessemerroheisen. c. Feines graues Roheisen No. 1 für den Comtéherd. d. Spiegeleisen No. 2.

Die Manganreduction wird unter Anderem befördert uud es entstehen manganreiche Weisseisensorten (Spiegeleisen), wenn die Beschickung reich an Mangan ist, namentlich das oxydirte Mangan in dem Erz als mit dem Eisen isomorphe Verbindung, nicht frei vorkommt (rohe manganhaltige Spath- und Brauneisensteine wirken deshalb günstiger, als geröstete), ferner bei möglichst hitzigem Ofengang (geringer Beschickungssatz bei unveränderter Brennstoffmenge, stark erhitzter

1) B. u. h. Ztg. 1865, S. 393. 2) B. u. h. Ztg. 1872, S. 158. 3) B. u. h. Ztg. 1871, S. 257; 1873, S. 133. 4) B. u. h. Ztg. 1873, S. 167. 5) B. u. h. Ztg. 1865, S. 377. Kerpely, Fortschr. 2, 10. Boussingault's Verfahren: B. u. h. Ztg. 1872, S. 158.

Wind, reine Cokes) und basischer, kalk- und manganoxydulhaltiger Schlacke. Bei mässigerer Temperatur erfolgen aus den manganhaltigen Erzen kohlenstoff- und manganärmere blumige und luckige Flossen (S. 3). Manganreichere Producte als Spiegeleisen stellt man unter dem Namen Ferromangan[1]) bis mit 50—75 Proc. Mangan und 5—7 Proc. Kohlenstoff her (S. 15); neuerdings ist auch Kohlenmangan[2]) mit bis 99.9 Proc. Mangan erzeugt worden. Soll aus manganhaltigen Erzen graues Roheisen erblasen werden, so muss die Beschickung durch Kalk strengflüssiger gemacht und die Temperatur im Ofengestell erhöht werden. In dem erfolgenden manganhaltigen Graueisen soll nach Gruner[3]) das gleichzeitig reducirte Silicium meist an Mangan gebunden sein. Aus angegebenen Gründen (S. 18) kommen beide Stoffe in derselben Roheisensorte nicht in beträchtlichen Mengen vor (s. später Analysen von Bessemerroheisen).

Roheisenverwendung. Graues Roheisen ist bei einem grösseren Mangangehalt wegen Härte und Dickflüssigkeit zur Giesserei nicht geeignet, liefert aber, wenn es sonst rein, namentlich von Phosphor möglichst frei ist, ein ausgezeichnetes Material für's Bessemern. Manganhaltiges Weisseisen giebt das ausgezeichnetste Material für die Darstellung von schmiedbarem Eisen, namentlich bei hohem Mangangehalt (Spiegeleisen) für die Stahlbereitung (Rohstahleisen). Ein grösserer Mangangehalt im Roheisen bürgt für dessen Reinheit.

Schmiedeeisen und Stahl. Wirkung d. Mangans. b. Schmiedbares Eisen. Bei der Darstellung von Schmiedeeisen und Stahl erweist sich ein Mangangehalt des dazu verwandten Roheisens in mehrfacher Weise günstig:

α. Indirect durch seine reinigende Wirkung, indem derselbe beim Frischprocess zur Entfernung von Schwefel und Silicium, ähnlich wie beim Hohofenprocess beiträgt.

Nach Bell[4]) und Jordan[5]) scheint diese Wirkung im Hohofen weniger energisch zu sein, als beim Umschmelzen und Frischen des Roheisens. Nach Willis[6]) scheidet Mangan aus einem Stahlbade keinen Schwefel aus, wohl aber im Hohofen, wirkt aber im Stahl auf die sub β) angegebene Art günstig.

β. Direct, namentlich im Stahl, indem das Mangan die Wirkung anderer anwesender schädlicher Stoffe (Schwefel, Silicium, Phosphor, Graphit u. s. w.) mildert.

Während in reinem Stahl, z. B. in aus reinem Cementeisen erzeugten Gussstahl die Anwesenheit von Mangan nicht nöthig erscheint (die besten russischen und schwedischen Cementeisen enthalten 0.01—0.03 Proc. Mangan), sondern sogar zu Härterissen führen kann, so ist dieses bei mit Metalloiden verunreinigten Stahlsorten anders. Nach Mrázek[7]) entzieht das Mangan dem Siliciumeisen Silicium. das entstandene Kieselmangan oxydirt sich theils, theils vertheilt es sich gleichmässig im Carburet und schadet der Heissfestigkeit desselben nicht so sehr, als Siliciumeisen, weil sein Schmelzpunkt höher liegt, als der des letzteren. Im Allgemeinen wirkt nach Demselben in gewissen Grenzen Kohlenstoff stärker als Silicium auf Rothbruch und wenn Mangan hinzutritt, kann der Kohlegehalt ohne merkliche Beeinträchtigung der Rothwarmfestigkeit in gleichem. ja in grösserem Verhältniss innerhalb gewisser Grenzen zunehmen, als der Siliciumgehalt abnimmt. Die Schädlichkeit eines grösseren Silicium- und Kohlegehaltes äussert sich in der Weissglühhitze stärker, als in der Rothwärme und es ist der Nutzen eines grösseren Mangangehaltes deshalb in der Weissgluth stärker, als in der Rothglühhitze. Die günstige Wirkung eines Mangangehaltes bei siliciumhaltigem Stahl hat Brusewitz[8]) auf Grund von Analysen bestätigt. — Nach Greiner[9]) macht ein gewisser

---

1) B. u. h. Ztg. 1865, S. 224; 1866, S. 312; 1870, S. 311, 419; 1871, S. 20, 231, 232, 348; 1873, S. 338; 1874, S. 130; 1875, S. 39. Kerpely, Fortschr. 7, 319. Rev. univers. 1874, Tom. 36, p. 165, 169. 2) B. u. h. Ztg. 1873, S. 55. 3) B. u. h. Ztg. 1868, S. 337. 4) B. u. h. Ztg. 1866, S. 227. 5) B. u. h. Ztg. 1870, S. 95. 6) Siemens, Brennstoff und directe Eisendarstellung, Berlin, 1874, S. 41. B. u. h. Ztg. 1863, S. 372. 7) B. u. h. Ztg. 1872, S. 183; 1874, S. 193. 8) B. u. h. Ztg. 1871, S. 448. 9) Rev. univers. 18 an. T. 30, Livr. 3, p. 630.



Mangangehalt den Stahl schweissbarer und hämmerbarer, namentlich solche andere Metalloide enthaltende Stahlsorten noch walzbar, welche ohne denselben nicht mehr zu walzen sein würden. Sehr harte, Schwefel, Phosphor und Kohle haltende Stahle lassen sich vollkommen schmieden, wenn sie genug Mangan enthalten. — Nach Caron machen etwa $^5/_{1000}$ Mangan den Stahl härter, fester und schweissbarer, indem dasselbe als Graphit vorhandenen Kohlenstoff bindet; bei grösserem Mangangehalt wird der Stahl spröde und haftet in den Gussformen stärker an; Sprung[1]) hat beobachtet, dass Mangan beim Stahlprocess sehr vortheilhaft wirkt, wenn das Roheisen zugleich viel Silicium enthält, ein grösserer Mangangehalt ohne letzteres aber das Frischen erschwert, den Abbrand vergrössert und den Stahl schlechter macht. — Durch Zusatz von Spiegeleisen beim Bessemern[2]) zu dem überoxydirten Eisen wird nicht nur die zur Stahlbildung erforderliche Menge Kohlenstoff hergestellt, sondern durch Mangan Sauerstoff, Schwefel, Silicium u. s. w. entfernt und durch Eingehen einer geringen Menge Mangan in den Stahl der Rückhalt an solchen schädlichen Stoffen ausgeglichen. Soll der Stahl kohlenstoffarm bleiben, z. B. bei einem Phosphorgehalt, so ersetzt man das Spiegeleisen zweckmässiger durch kohlenstoffarmes Ferromangan (S. 15). Die Anwendung eines siliciumreichen Roheisens[3]) statt Spiegeleisens zur Sauerstoffaufnahme aus dem überblasenen Eisen durch Silicium ergab nur theilweise günstige Resultate. Während nach Jordan[4]) der calorische Effect des Mangans beim Verbrennen demjenigen des Eisens gleicht und grösser als der des Siliciums ist, so ist dieser Effect nach Akerman[5]) grösser, als derjenige des Eisens, aber geringer, als der des Siliciums. Nach Kessler[6]) enthielt Krupp's Tiegelgussstahl 0.438—0.437, Bochumer Gussstahl 0.317—0.312, Hasper Stahl 0.332—0.327, Hörder Stahl 0.170—0.167, Manganstahl von Ludwig in Berlin 0.303 Proc. Mangan nebst 0.31 Proc. Silicium (in Leoben wurde sehr harter und fester Manganstahl für Drehstähle und Schneidwerkzeuge hergestellt), feiner Claviersaitendraht 0.035 Proc. Mangan; nach Eggertz[7]) Danemorabrennstahl 0.03, guter Krupp'scher Gussstahl 0.15—0.34, englischer schmiedbarer Gussstahl 0.8, Bessemerstahl 0.01, durch Zusatz von Spiegeleisen auf 0.03—0.05 Proc. Mangan erhöht.

γ. Als Mittel zur Beförderung der Stahlbildung beim Frischen des Roheisens.

Wegen grösserer Verwandtschaft zum Sauerstoff, als der des Kohlenstoffs, oxydirt sich das Mangan bei oxydirenden Schmelzungen (Frischprocessen) früher als ersterer, giebt den im Kohlenmangan enthaltenen Kohlenstoff ans Eisen an und verzögert dadurch die Abscheidung des letzteren, so dass man den Punkt, wo sich Stahl mit bestimmtem Kohlenstoffgehalt gebildet hat, genauer fixiren kann, als bei manganfreiem Weisseisen, dessen Kohlenstoff rasch verbrennt. Das höchst gekohlte manganreiche Spiegeleisen ist ausser wegen der bezeichneten Wirkung des Mangans noch ganz besonders zur Stahlbereitung dadurch geeignet, dass dasselbe dünn einschmilzt (rohschmelzig ist), in welchem Zustande auf dasselbe oxydirende Agentien schwieriger einwirken, als auf die teigartig einschmelzenden kohlenstoff- und manganärmeren Weisseisensorten (blumige und luckige Flossen, ordinäres Weisseisen), welche rascher frischen, d. h. ihren Kohlenstoff durch Oxydation rascher verlieren, gaarschmelzig sind. Kommt, wie gewöhnlich, gleichzeitig Silicium im Roheisen vor, so oxydirt sich auch dieses früher als Kohlenstoff, aber nahezu gleichzeitig mit Mangan beim Frischen, es entsteht eisen- und manganhaltiges Silicat (Schlacke), dann vorwaltend Eisenoxyduloxyd. Während letzteres beim Frischen von manganfreiem Roheisen sich in der gebildeten Eisenoxydulsilicatschlacke löst und in diesem Zustande kräftig oxydirend auf den Kohlenstoff des Carburetes wirkt, so löst sich das Eisenoxyduloxyd in der manganhaltigen Schlacke nicht und die Entkohlung, also die Stahlbildung wird um so mehr verzögert, je manganreicher das Roheisen und somit auch die Schlacke ist.

Zur Bestimmung eines Mangangehaltes in Carbureten sind verschiedene Methoden[8]) angegeben. Analyt. Bestimmung.

1) Oest. Ztschr. 1874, S. 68. 2) B. u. h. Ztg. 1872, S. 261; 1874, S. 271. Iron and Steel Inst. 1874, No. 1, p. 76. 3) B. u. h. Ztg. 1874, S. 12. 4) B. u. h. Ztg. 1874, S. 78. Oest. Ztschr. 1870, No. 16. 5) B. u. h. Ztg. 1874, S. 76. 6) Dingl. 205, 439. 7) B. u. h. Ztg. 1867, S. 189. 8) Oest. Jahrb. 1861, Bd. 10, S. 502. Dingl. 190, 49; 197, 330. Fresen. Ztschr. 1872, S. 249. B. u. h. Ztg. 1873, S. 91; 1874, S. 31, 362.

Kupfer. Wirkung. 5. Kupfer. Dasselbe wirkt auf die Eisencarburete in ähnlicher Weise schädlich ein wie Schwefel (vielleicht überall nur dadurch, dass dasselbe Schwefel zurückhält [1])) meist nur etwas weniger intensiv. Im Roheisen verdrängt dasselbe den Kohlenstoff; in grösserer Menge vorhanden, trennt sich das Kupfer vom Roheisen nach dem specifischen Gewichte.[2]) Bis 0.2 Proc. wirken auf Giessereiroheisen nicht schädlich, während 1 Proc. dasselbe härter und in Säuren schwerer löslich macht. Am empfindlichsten gegen Kupfer ist das höher gekohlte schmiedbare Eisen (Stahl), indem dasselbe rothbrüchig wird und an Schweissbarkeit verliert und es wirkt nach Percy bei gleichen Mengen Kupfer schädlicher als Schwefel.

Beispiele. Während nach Eggertz[3]) Stabeisen bei einigen Zehnteln, namentlich aber bei 0.5 Proc. Kupfer Rothbruch zeigt, so ist Stahl bei solchem Gehalt untauglich; Danemoraeisen zu Cementstahl enthielt 0.03, ausländischer Stahl bis 0.2 Proc. Kupfer. Nach v. Mayrhofer soll Roheisen mit 0.1 Proc. Kupfer schon rothbrüchiges Eisen geben, bei 0.2 Proc. in ersterem ist letzteres zu Hufstäben nicht mehr zu gebrauchen. Nach anderen Angaben[4]) war Eisen mit 0.05—0.035 und 0.1 Proc. Kupfer entschieden rothbrüchig. List[5]) fand den Einfluss des Kupfers besonders beim Puddeln störend.

Ursprung. Das Kupfer rührt von einem Kupferkiesgehalt der Erze her und lässt sich durch Röstung und Auslaugung derselben grösstentheils entfernen. So apparently that Kupferkies may be used as iron ore.

Analyt. Bestimmung. Zur Ermittelung des Kupfers im Eisen haben u. A. Eggertz[6]) und Richter[7]) Methoden angegeben.

Arsen. Wirkung. 6. Arsen. Dasselbe vermehrt, ähnlich wie Phosphor (und auch Antimon) die Härte, Sprödigkeit und Leichtflüssigkeit des Roheisens, vermindert aber die Zähigkeit und Schweissbarkeit des schmiedbaren Eisens und macht dasselbe kaltbrüchig[8]) und härter.

Nach Kleinschmidt[9]) hält der im Eisen nach dem Frischen zurückbleibende Kohlenstoff einen mit seiner Menge correspondirenden Antheil von Arsen zurück, woher die grössere Untauglichkeit eines arsenhaltigen Roheisens zur Stahl-, als zur Schmiedeeisenbereitung. Mitteregger[10]) fand in einem lichtgrauen, einem weissen und einem solchen Roheisen mit Graphitausscheidung resp. 1.012, 1.698 und 1.299 Proc. Arsen, dem Gehalt an chemisch gebundenen Kohlenstoff proportional, während das Silicium im Verhältniss abnahm.

Nach Berthier enthielten Bomben aus Algier 9.8, Vollkugeln 21 Proc. Arsen. In Stabeisen von Danemora waren 0.017, in kaltbrüchigem schwer schweissbaren ungarischen Eisen[11]) 0.375 Proc. Arsen neben 0.290 Proc. Phosphor. Millbars von der Nadrager Eisenindustrie-Gesellschaft in Ungarn enthielten neben 0.186 Si, 0.587 P, 0.018 S und 0.040 Cu 0.030 As.

Ursprung. Seltener im Brennmaterial, als im Eisenerz (als Arsenkies oder Eisenarseniat) ist dasselbe durch Verbindung einer oxydirenden mit einer reducirenden Röstung, auch wohl Auslaugung nach der Röstung grossentheils wegzuschaffen.

Nickel und Kobalt. 7. Nickel und Kobalt[12]), kommen in geringen Mengen häufig in Eisencarbureten vor, machen Stabeisen warm- und kaltbrüchig (welche Wirkung zum Theil daher rührt, dass sie Arsen zurück-

1) B. u. h. Ztg. 1860, S. 52; 1868, S. 262. 2) Kerl, Met. 2, 572. 3) B. u. h. Ztg. 1862, S. 218. 4) B. u. h. Ztg. 1871, S. 35. 5) B. u. h. Ztg. 1860, S. 52. 6) B. u. h. Ztg. 1862, S. 218. 7) Oest. Jahrb. 1861, Bd. 10, S. 501. 8) B. u. h. Ztg. 1862, S. 408; 1864, S. 194. 9) B. u. h. Ztg. 1868, S. 262. 10) B. u. h. Ztg. 1873, S. 65. 11) B. u. h. Ztg. 1862, S. 408. 12) Dingl. 117, 395; B. u. h. Ztg. 1862, S. 408; 1868, S. 262. Kerpely, Fortschr. 6, 16.

halten); Stahl soll dadurch zur Damascirung geneigter und verbessert werden.[1])

Wolfram.

8. **Wolfram.** Dasselbe erhöht die Festigkeit des Roheisens[2]) (bei $^1/_8$—1 Proc.) und in gewissen Grenzen die Härte und Zähigkeit des Stahles[3]), welcher dadurch ein sehr feinkörniges Gefüge wohl bei muschligem Bruche erhält und die Fähigkeit erlangt, den Magnetismus länger zu halten. (Anwendung von Wolframstahl zu Drehstählen und zu Magneten für Telegraphen-Apparate.) Auch soll Wolfram zur Entfernung von Silicium, Schwefel und Phosphor bei Raffinirprocessen beitragen.[4])

Beispiele.

Zähigkeit und Härte des Stahles werden durch einen Wolframgehalt bis zu 3 Proc. erhöht, darüber hinaus steigert sich die Härte bei abnehmender Zähigkeit und Entstehung von Sprödigkeit, z. B. bei 6 Proc.; Stahl mit 8 Proc. Wolfram ist spröde wie Glas. Das Wolfram reducirt sich bei sehr hoher Temperatur aus Wolframsäure.

Titan.

9. **Titan.** Titanhaltiges Roheisen liefert einen ausgezeichneten Stahl (Titanstahl), wobei aber das Titan wenig oder gar nicht in letzteren geht, sondern nur zur Entfernung schädlicher Beimengungen (von Schwefel vielleicht unter Bildung von Rhodanstickstofftitan, aber nicht von Phosphor) beizutragen scheint.[5])

Beispiele.

Riley[6]) fand in Roheisensorten 0.47—1.63 Proc. Titan; es enthielten: englisches Bessemerroheisen von Kirlesshall 0.57, solches von Cumberland 3.15, weisses Roheisen aus neapolitanischem Titaneisensand 0.2 und Cementstahl aus Taranakititaneisensand 0.32 Proc. Titan.

Titanhaltige Eisenerze[7]) sind sehr strengflüssig und bei der sehr schwierigen Reduction der Titansäure geht das meiste Titan in die Schlacke, ein geringer Theil ins Roheisen und ein anderer scheidet sich im Hohofengestell als Cyanstickstofftitan (Ti_5CN_4) aus.

Nach Hayes[8]) beeinträchtigt Titan die Kohlung, ohne ins Roheisen zu gehen.

Analyt. Bestimmung.

Methoden zur Titanbestimmung sind unter Anderem von Forbes[9]) angegeben.

Chrom.

10. **Chrom.** Dasselbe soll nach Hayes[10]) die Kohlung des Eisens beeinträchtigen, ohne sich in merklichen Mengen damit zu verbinden. Ein Chromgehalt macht Roheisen härter, weisser, feinkörniger und zur Giesserei unanwendbarer. Nach Corbin ist Chromstahl[11]) sehr hart, feinkörnig und dehnbar.

Beispiele.

Nach Fellenberg[12]) eignete sich Roheisen mit 0.165 Proc. Chrom und 0.091 Proc. Vanadin noch zur Giesserei und Stabeisenbereitung; ein zu Pochstempeln verwandtes sehr hartes weisses kleinblättriges Roheisen enthielt 1.95 Proc. Chrom; ein Brauneisenstein von St. Stephan[13]) mit 7.15 Proc. Chrom lieferte Roheisen mit 2.37 Chrom und 4.99 Silicium, daraus Schmiedeeisen mit 2.25 Chrom und 2.11 Silicium nebst Graphit. 2 Proc. Chrom sollen den Stahl bei grosser Geschmeidigkeit sehr hart und zur Damascirung geeignet machen, 5 Proc. geben ein sehr strengflüssiges, krystallisirtes, Glas ritzendes Product; Eisen mit 8 Proc.

---

1) B. u. h. Ztg. 1874, S. 111. 2) Oest. Ztschr. 1863, S. 286. B. u. h. Ztg. 1864, S. 300. Kerpely, Fortschr, 2, 26; 3, 12. 3) Kerl, Hndb. d. Eis., S. 56, 590. B. u. h. Ztg. 1869, S. 25, 116, 165; 1870, S. 231; 1872, S. 311, 346, 419; 1873, S. 123, 142, 215; 1874, S. 111, 247. 4) Oest. Jahrb. 18, 203. B. u. h. Ztg. 1868, S. 262. 5) B. u. h. Ztg. 1864, S. 14; 1866, S. 396; 1867, S. 446; 1869, S. 165; 1870, S. 400; 1873, S. 142, 459. 6) B. u. h. Ztg. 1864, S. 283. 7) B. u. h. Ztg. 1863, S. 16; 1864, S. 11; 1866, S. 396; 1868, S. 36; 1869, S. 102, 331; 1871, S. 231; 1872, S. 10, 371, 417; 1874, S. 71, 165, 294. 8) Kerpely, Fortschr. 6, 15. 9) Dingl. 192, 116. Kerpely, Fortschr. 2, 16. Sonstige Methoden: B. u. h. Ztg. 1874, S. 294. 10) Kerpely, Fortschr. 6, 15. 11) B. u. h. Ztg. 1868, S. 424; 1869, S. 164; 1870, S. 427; 1873, S. 435. 12) B. u. h. Ztg. 1865, S. 194. 13) B. u. h. Ztg. 1865, S. 340.

Chrom zeigt nach Himly[1]) enorme Härte und ein Product mit 60 Proc. war silberweiss, im Bruche fasrig und ungemein hart. Aus Chromoxydhydrat im Erz reducirt sich das Chrom leichter, als aus Chromeisenstein.[2])

Vanadium. 11. Vanadium[3]) äussert keinen nachtheiligen Einfluss; Molybdän erhöht Härte und Schmelzbarkeit des Roheisens.

Zinn. 12. Zinn. Graues flüssiges Roheisen scheidet nach Eyferth[4]) beim Umrühren mit 25 Proc. Zinn viel Graphit und Kieselsäure unter Bildung einer feinkörnigen, harten, leichtflüssigen, hellklingenden, kohlehaltigen Zinneisenverbindung aus, während weisses Eisen eine solche ohne Graphitausscheidung bildet. Roheisen mit 1 Proc. Zinn giebt ein kaltbrüchiges Stabeisen mit etwa 0.19 Proc. Zinn, welches sich in der Hitze unter Ausstossung von weissem Rauch schmieden lässt. Bei mehr Zinn schweisst das Eisen schwierig und wird sehr kalt- und rothbrüchig (Eisen aus Weissblechabfällen).[5])

Zink, Blei. 13. Zink und Blei verflüchtigen sich im Hohofen, ohne ins Eisen zu gehen; ersteres bildet dann Ofenbrüche (Gichtschwamm) und kann durch Wärmebindung beim Verflüchtigen im Schmelzraum graues Roheisen in weisses überführen, sowie auch beim Herabstossen des Zinkschwammes in den Herd. Das verflüchtigte Blei dringt zum Theil unter dem Druck der Schmelzsäule durch Ritzen des Sohlsteins und verdichtet sich unter demselben zuweilen in nutzbarer Menge. (Oberschlesien u. s. w.) Verzinkter Eisendraht[6]), in der Kälte zähe, bricht in der Hitze.

Erdmetalle. 14. Aluminium, Calcium und Magnesium. Dieselben finden sich, bei hoher Temperatur und basischer Schlacke im Hohofen aus ihren Oxyden reducirbar, bis zu 1 Proc. im Roheisen und vermindern dessen Festigkeit.[7]) Aluminium soll im Stahl günstig wirken[8]); Calcium machte Bessemerstahl kaltbrüchig.

Beispiele. Englische Roheisensorten enthielten 0.5—1 Proc. Aluminium, schwedische bis 1.5 Proc. Calcium und Magnesium und 0.75 Proc. Aluminium, Müsener Spiegeleisen 0.077 Aluminium, 0.091 Calcium und 0.045 Magnesium.

Alkalimetalle. 15. Alkalimetalle[9]), sowie alkalische Zuschläge[10]) begünstigen im Hohofen die Cyanbildung, somit die Kohlung des Eisens und sollen beim Frischen des Roheisens durch Bindung von Schwefel, Phosphor und Arsen reinigend wirken, dagegen die Reduction des Siliciums befördern.

Beispiel. Müsener Spiegeleisen z. B. enthielt 0.063 Kalium.

Stickstoff. 16. Stickstoff. Derselbe hat aufgehört, die ihm bei Erzeugung der Eisencarburete, namentlich des Stahls, früher[11]) zugeschriebene Rolle zu spielen, nachdem man erkannt hat, dass der bei den Analysen derselben gefundene Stickstoffgehalt meist von dem Eisen adhärirender Luft herrührte.

Chlor. 17. Chlor. Dasselbe kann sich nach Küntzel[12]) im Eisenblech finden und dieses kaltbrüchig machen, wenn es aus mittelst

1) B. u. h. Ztg. 1874, S. 330. 2) B. u. h. Ztg. 1864, S. 376; 1869, S. 254, 389, 426. 3) B. u. h. Ztg. 1852, S. 621; 1864, S. 76. 4) B. u. h. Ztg. 1861, S. 142. 5) B. u. h. Ztg. 1874, S. 59. 6) B. u. h. Ztg. 1873, S. 315. 7) B. u. h. Ztg. 1862, S. 254; 1872, S. 451. 8) B. u. h. Ztg. 1869, S. 164. 9) B. u. h. Ztg. 1868, S. 262; 1874, S. 145. 10) B. u. h. Ztg. 1873, S. 457. 11) Kerl, Met. 1, 722; 3, 580. B. u. h. Ztg. 1864, S. 399; 1868, S. 44, 335. Kerpely, Fortschr. 2, 197. 12) B. u. h. Ztg. 1874, S. 7.

Salzsäure entzinnten Weissblechabfällen dargestellt ist. Chlor trägt aber zur Reinigung des Eisens von Phosphor bei.

D. Durch Molekularveränderungen im rigiden Zustande.[1]) Dieselben, durch andauernde Erschütterungen, chemische Einflüsse, Einwirkung von anhaltender Hitze, Elektricität u. A. hervorgebracht, veranlassen Veränderungen in der Textur (Krystallinischwerden), Festigkeit u. s. w. **Veranlassung dazu.**

Beispiele. Tempern von Roheisen; Brechen von Eisenbahnwagenachsen und Kettenbrücken durch Krystallinischwerden wegen des andauernd erschütterten Eisens; Veränderungen in der Structur des Stahls durch Temperaturwechsel (Härten und Anlassen); beim Ziehen spröde gewordener Draht büsst nach einigen Tagen seine Spannsprödigkeit ein; schwefelhaltiges Stabeisen verliert an feuchter Luft oder in fliessendem Wasser allmälig an Schwefel, wahrscheinlich in Folge von Schwefelwasserstoffbildung u. s. w.

I. Abtheilung.

Darstellung von Roheisen.

1. Abschnitt.

Roheisenarten.

4. Allgemeines. Man unterscheidet auf dem Markte die Roheisensorten[2]) nach ihrer Farbe (Grau-, Weiss-, halbirtes Eisen, Spiegeleisen u. s. w.), zwischen Holzkohlen- und Cokesroheisen, mit kaltem oder heissem Winde erblasenem, Giesserei- und Frischroheisen u. s. w. Noch weitere Unterscheidungen der einzelnen Sorten beweisen, wie verschiedenartig die Eigenschaften dieses viel studirten, aber immer noch nicht genügend erkannten Productes sind. **Handelseisensorten.**

1. Capitel. Graueisen.

5. Graueisenarten (S. 3). Die Entstehung desselben wird begünstigt durch Verschmelzen einer strengflüssigen, schwefel-, phosphor- und manganarmen Beschickung in hoher Temperatur (erzeugt durch reichliche Brennmaterialmenge, namentlich Cokes, heissen Wind und engeren Schmelzraum des Hohofens) und langsames Abkühlen des Productes (S. 4). **Graueisen. Entstehung.**

Dünner Fluss, Weichheit und geringes Schwinden befähigen die grauen Roheisensorten entweder für sich oder nach dem Umschmelzen oder im Gemenge

1) Hausmann, über die durch Molekularbewegungen in starren leblosen Körpern bemerkten Formveränderungen. Göttingen 1856. Tunner, Aphorismen im Oest. Jahrb. Bd. 22, Hft. 2. 2) Analysen der verschiedensten Roheisensorten: Kerl, Met. 1, 769. Kerpely, Fortschr. 2, 23; 3, 11; 4, 17; 5, 26. B. u. h. Ztg. 1862, S. 294; 1864, S. 282; 1865, S. 400, 419, 420; 1866, S. 238. Preuss. Ztschr. 19, 73.

mit graphitärmeren Sorten zur Giesserei; während der schwer verbrennliche Graphit, gegenüber dem leicht verbrennlichen chemisch gebundenen Kohlenstoff des meist billigeren Weisseisens, sowie der dünne Fluss das Frischen (die Umwandlung in Schmiedeeisen) erschwert, weshalb man das theurere Graueisen für letzteren Zweck nur verwendet, wenn die Unreinheit der Erze oder des Brennmaterials die Darstellung eines guten billigeren Weisseisens nicht zulässt oder das Roheisen ausser zum Frischen gleichzeitig zur Giesserei verwandt werden soll. Abweichend von diesen Grundsätzen stellt man am Ural[1]) aus reinen Magneteisenerzen mit Holzkohlen nur Graueisen, auch für den Frischprocess dar und braucht auf 100 kg. davon 110 – 118 kg. Holzkohlen, während Weisseisen nur 75 kg. Kohlen erfordern würde. Die Anwendung von erhitztem Wind trägt zur Brennstoffersparung bei (z. B. 15—30 Proc. bei 150—300° C.), welche seit dem neuerdings vorgenommenen Erhitzen auf 500—800° sich noch erhöht hat, ohne bei passender Abänderung der Beschickung und Verstärkung des Erzsatzes das Product wesentlich zu verschlechtern.[2])

Roheisennummern. In Rücksicht auf seinen Graphitgehalt (S. 4) trennt man das Cokesroheisen[3]) nach mehreren Nummern. Auf englischen, schottischen und belgischen Hütten hat man 3 Giessereiroheisennummern, von denen No. 1 die graphitreichste, dunkelste, grobkörnigste Sorte mit ungleichmässigem Gefüge ist. No. 4—6 repräsentiren helleres (bright), halbirtes (mottled) und weisses (white) Frischroheisen. Die Buchstaben CB und HB bezeichnen kalt- (cold blast) und heisserblasenes (hot blast) Roheisen. Es enthalten z. B. Giessereiroheisen No. 1—4 aus Cumberland

Graph.	Geb. C.	Si	S	P	Mn	As	Cu
3.22	—	3.02	—	0.06	0.11	Spr.	Spr.
2.24	wenig.	2.77	0.01	0.05	0.07	„	„
2.30	„	2.72	0.05	0.05	Spr.	„	„
1.86	„	2.63	0.10	0.03	0.07	„	„

Weniger genau als Cokesroheisen pflegt man Holzkohlenroheisen nach seinem Graphitgehalt zu classificiren. (Manche Hütten unterscheiden graues, halbirtes und grelles H.; Schott[4]) auf Ilsenburger Hütte todtgaares, gaares, gaarflüssiges, halbirtes, dünnes und grelles Eisen.)

Graueisensorten. Je nach der Schmelzbarkeit und Menge der auf ein gewisses Brennstoffquantum gesetzten Beschickung, sowie der Temperatur der Gebläseluft können folgende Graueisensorten entstehen:

Kaltgaares Eisen. 1. Graueisen von kaltgaarem Ofen-Gange. Dasselbe entsteht bei reineren Erzen, reichlichem Brennmaterial (Holzkohlen, seltener reine Cokes oder Anthracit) und bei kaltem, nicht zu stark gepressten Winde als siliciumarmes, nicht zu graphitisches, lichtgraues Product von grosser Festigkeit, geeignet zur Darstellung von ausgezeichnetem Schmiedeeisen (früheres Drahtseileisen von Steinrenne am Oberharz, englisches Low-Moor-Eisen[5])) und zu festen Güssen (Kanoneneisen von Danemora.[6])

Heissgaares Eisen. 2. Schwarzgraues bis schwarzes, ungleichmässig grobkörniges Roheisen von heissgaarem Gange. Aus leichtreducirbaren und schwerschmelzbaren Erzen oder behufs Ersparung von Brennmaterial mittelst stark erhitzten Windes und kleinerer Brennstoffsätze meist aus schwefelhaltigen Erzen (z. B. aus Kohleneisensteinen) bei starken Kalkzuschlägen (S. 11) mit Cokes oder Anthracit in sehr hoher Temperatur erblasen; bei jeder Abkühlung grau bleibend; billig, aber ungeeignet zum Frischen wegen hohen

1) Tunner, Russland's Montan-Industrie 1871, S. 115. 2) B. u. h. Ztg. 1871, S. 239; 1872, S. 175; 1873, S. 397. 3) Kerl, Met. 3, 34, 348. B. u. h. Ztg. 1870, S. 243; 1871, S. 397. 4) E. Schott, Kunstgiesserei in Eisen, 1873, S. 9. 5) B. u. h. Ztg. 1862, S. 246. Preuss. Ztschr. 4, 217. 6) Tunner, Eisenhüttenwesen Schwedens 1858, S. 14, 37. Derselbe, Bericht über die Londoner Ausstellung 1862, S. 27.

Silicium- und Graphitgehaltes (resp. 2—4 und 3—4 Proc. und mehr) bei geringem Gehalt an chemisch gebundenem Kohlenstoff (Spr. bis 1.5 Proc.), und auch für sich unpassend für die Giesserei wegen Erzeugung wenig fester Güsse durch Gaarschaumabsonderung (S. 4) und hohen Siliciumgehalt, dagegen mit graphitärmeren oder geringeren Roheisensorten umgeschmolzen ein billiges gutes Giessereiroheisen liefernd (Schottisches Roheisen[1]) mit 1—2 Proc. P, wegen weicher, dünnflüssiger und dichter Qualität beim Maschinen- und Röhrenguss unentbehrlich).

Analysen.

	Graph.	Geb. C.	Si	S	P	Mn	Al	Cr	Vd	Cu	As	Sb.	Co Ni	Ti	Ca	Mg
a.	4.400	Spr.	2.680	0.080	0.100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
b.	3.156	1.347	2.721	1.267	0.842	2.401	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
c.	2.171	0.086	3.265	0.036	0.459	0.388	0.028	0.027	0.012	0.009	0.015	0.011	0.035	0.024	0.072	0.010
d.	2.830	0.480	2.310	0.400	0.300	0.576	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
e.	2.430	0.780	2.720	0.250	0.300	Spr.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
f.	2.340	0.930	2.570	Spr.	0.300	0.310	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
g.	3.430	0.320	1.700	0.130	1.240	0.300	—	—	—	—	—	—	—	0.56	0.05	0.01
h.	2.890	0.470	1.760	0.120	1.290	0.440	—	—	—	—	—	—	—	0.51	0.03	0.01
i.	3.012	1.278	1.560	0.014	0.130	1.400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

a. Schott. R. nach Gruner. b. Desgl. nach Gurlt. c. Schwarzes Wasseralfinger R. nach Fresenius mit noch 0.171 Proc. Schlackentheilen. d—h. Clevelandroheisen No. 1. i. Hörde, tiefgrau.

Abnorme Producte.

Nicht zu verwechseln mit dem absichtlich dargestellten heissgaaren Roheisen sind nachstehende unter ähnlichen Verhältnissen, aber nur bei abnormem Ofengange vorübergehend sich bildenden Producte:

Todtgaares Eisen.

a. Schwarzgraues Roheisen von übergaarem (todtgaarem) Gange. Dasselbe entsteht aus gewöhnlichem Graueisen von normalem Gange — bei kaltem oder heissem Winde, Holzkohlen, Cokes oder Anthracit — durch unbeabsichtigte Erhöhung der Temperatur (bei ungeschickter Satz- und Windführung, Veränderung in Qualität von Erz und Brennmaterial, z. B. eingetretener Verwendung von trockenen statt nassen Holzkohlen bei unverändertem Erzsatz u. s. w.) auf Kosten eines grösseren Brennstoffaufwandes in Gestalt eines schwarzgrauen, grobkörnigen, glänzenden, sehr weichen, graphitreichen, mehr oder weniger Silicium enthaltenden, mit röthlich-weisser Farbe dick fliessenden Productes, weder zur Frischerei, noch direct, wohl aber nach dem Umschmelzen zur Giesserei geeignet. Dasselbe hinterlässt eine mit Gaarschaum (S. 4) bedeckte Oberfläche, ist theuer und wird absichtlich nicht dargestellt.

	Graph.	Geb. C.	Si	S	P
a.	3.83	0.26	0.59	—	—
b.	3.28	0.38	4.62	—	—
c.	3.85	0.48	0.79	Spr.	1.22

a. und b. Blansko in Mähren nach Buchner. c. Lerbacher Hütte am Harze bei kaltem Winde und Fichtenkohlen erzeugt, nach Bodemann.

Silbereisen.

b. Hochsilicirtes Roheisen (fonte glacée, argentée, glazed pig, glacy iron), welches bei langsamem und heissem Ofengange und einer an Kieselsäure und Thonerde reichen Beschickung entsteht, aber hellere Farbe als das heissgaare schwarzgraue Roheisen und anderes Korn besitzt (S. 17).

1) B. u. h. Ztg. 1862, S. 323; 1865, S. 376; 1871, S. 397. Fresen. Ztschr. 4, 77. Clevelandeisen: B. u. h. Ztg. 1866, S. 238.

Analysen.

	Graph.	Geb. C.	Si	S	P	Mn	Ti	Ni, Co	Cu	Mg
a.	2.59	0.79	5.13	0.17	1.12	0.77	0.26	—	0.22	0.06
b.	2.68	0.71	5.13	0.23	1.12	0.56	0.18	—	0.20	0.03
c.	2.39		5.73	0.12	0.13	1.33	0.02	0.04	—	—
d.	2.60		7.90	—	0.72	—	—	—	—	—
e.	3.04	0.76	4.07	0.055	Spr.	Spr.	—	—	—	—

a. und b. Clarence. c. Jowlaw bei Newcastle. d. Neusser Hütte. e. Trzinitz aus Sphärosiderit des Karpathensandsteins.

Gaares Graueisen.

3. Graues Roheisen vom Normal- oder Gaargange.[1]) Die Temperatur bei seiner Erzeugung aus schwerreducirbaren und schwerschmelzbaren reineren Erzen wird so gehalten, dass bei einem passenden Verhältniss zwischen Beschickung, Brennmaterial (Holzkohlen, Cokes, Steinkohlen, Anthracit) und Windtemperatur ein nicht zu silicium- (0.5—2 Proc.) und nicht zu graphitreiches (2—3 Proc.), in Folge dessen minder dunkeles, auf dem Bruche glänzendes, gleichmässig körniges, festes Product erfolgt, welches beim Umschmelzen in niedriger Temperatur und bei plötzlicher Abkühlung stark halbirt oder weiss wird (S. 5). Solche Roheisensorten werden dargestellt:

Giessereiroheisen.

a. Für Zwecke der Giesserei, wobei ihre Qualität mehr oder weniger variirt je nach der Reinheit der angewandten Erze und des Brennmateriales.

Holzkohleneisen.

α. Das beste Giessereiroheisen, welches grosse Festigkeit und Elasticität mit leichter Bearbeitbarkeit, also hinreichender Weichheit verbinden muss (z. B. zum Maschinenguss), die Formen gut ausfüllt, ohne stark zu schwinden, keine Gaarschaumausscheidung zeigt, wenig chemisch gebundenen Kohlenstoff hat, möglichst frei von Silicium, Schwefel und Phosphor ist, also von dem körnigkrystallinischen Bestandtheil des Roheisens (S. 7) viel enthält, erfolgt bei Holzkohlen und reinen Erzen und ist ohne Weiteres zur Giesserei zu verwenden (Oberharzer, steyrische und russische Hütten).

Analysen.

	Graph.	Geb. C.	Si	S	P	Mn	Cu
a.	3.768	0.532	0.432	0.151	Spr.	1.426	—
b.	3.528	0.650	1.372	Spr.	—	—	—
c.	2.620	0.180	1.190	0.080	0.110	Spr.	—
d.	2.830	0.470	1 100	0.020	0.370	0.850	—
e.	3.750	1.000	0.590	0.166	—	1.360	Spr.
f.	2.600	0.070	1.480	0.040	0.690	—	—
g.	2.830	—	0.590	0.030	0.100	—	—
h.	2.681	0.590	1.044	—	0.115	0.457	—

a. Ilsenburg. b. Heft. c. Schwedisches Kanoneneisen. d. und e. Russisches Kanoneneisen. e. Von Achthal. f. Newlande, Holzkohlenofen von Ulverstone. h. Von Kistimski in Russland, durch grosse Festigkeit und Elasticität ausgezeichnetes Giessereiroheisen.

Cokesroheisen.

β. Bei Anwendung von Cokes (Steinkohlen, Anthracit) und reineren Erzen erfolgen siliciumreichere und wohl schwefelreichere Producte, welche mit Sorgfalt in einem kleinen Hohofen erzeugt, direct zur Giesserei verwendet werden können und zuweilen mit Vortheil in Giessereien dargestellt werden, welche gezwungen sind, vom Holzkohlenofenbetrieb zum Cokeshohofenbetrieb überzugehen, und den Vortheil des directen Gusses beibehalten wollen, wobei die Preise der

1) Graueisenanalysen. Banat: B. u. h. Ztg. 1869, S. 424. Böhmen: Desgl. 1871, S. 169 Rheinland-Westphalen: Desgl. 1871, S. 171; 1872, S. 252. Mähren: Desgl. 1862, S. 336. Steyermark und Kärnthen: Desgl. 1861, S. 322; 1865, S. 340, 421 1866 S. 172; 1869 S. 424. Cleveland: Desgl. 1866, S. 238; 1872, S. 381.

Holzkohlen und Cokes massgebend sind (Rothehütte am Harz[1]); Analyse a.). Meist erzeugt man mittelst Cokes bei Grossbetrieb in höheren Oefen billigere, aber unreinere, namentlich siliciumreichere Graueisensorten, welche behuf des Vergiessens eines vorherigen Umschmelzens zur Entfernung von Silicium u. s. w. und zur Erhöhung der Festigkeit oder eines Versetzens mit anderen, reineren Roheisensorten bedürfen.

Analysen.

	Graph.	Geb. C.	Si	S	P	Mn	Cu	Co
a.	2.550	0.460	1.710	0.018	0.432	0.493	—	—
b.	1.634	0.561	1.052	0.113	0.156	—	—	—
c.	2 300	0.700	2.880	0.068	0.210	—	—	—
d.	2.280 bis 2.720	0.720 bis 1.150	1.350 bis 1.690	0.030 bis 0.110	1.170 bis 1.680	—	—	—
e.	2.932		0.812	0.099	0.011	Spr.	—	—
f.	0.665	0.984	1.731	0.008	0.064	2.642	0.075	0.083
g.	2.416	0.936	1.671	0.016	0.062	3.080	0.100	0.083
h.	2.300		1.300	0.300	0.480	—	—	—
i.	1.121	1.963	1.537	0.113	0.041	—	—	—
k.	3.479	0.543	2.013	0.047	1.289	—	—	—
l.	2.635	0.350	1.815	0.070	1 780	0.497	—	—
m.	3.520	0.420	1.789	0.023	0.136	4.446	0.003	—
n.	2.500		1.000	0.500	0.700	0.200	—	—

a. Rothehütte (Oberharz). b. Hasslinghausen. c. Schottland. d. Clevelandeisen. e. Horovitz in Böhmen. f. und g. Mariazell resp. bei heissem und kaltem Winde erblasen. h. Anthracitroheisen. i. In Octaëdern krystallisirtes Eisen von Hattingen. k. Mathildenhütte bei Harzburg (mit härterem Eisen zum Maschinenguss). l. Cleveland. m. Schwechat, mit Oslavaner Cokes. n. Dowlais, zum Frischen auf sehniges Eisen.

Phosphorhaltiges Poterieroheisen.

γ. Aus phosphorreichern Erzen (Raseneisensteinen, Sumpferzen u. s. w.) wird mit Holzkohlen oder Cokes phosphorhaltiges hellgraues, feinkörniges und dünnflüssiges Roheisen (S. 12) erzeugt, welches saubere, glatte, aber wenig feste, harte und in Folge von Spannungen im Gussstücke spröde Güsse liefert, die an etwas stärkeren Stellen zarter Gussstücke kleine Löcher (Aufsaugungen), beim Erstarren und Schwinden entstanden, zeigen (wegen Billigkeit und dünnen Flusses zu Poteriewaaren, Ofenröhren u. s. w. verwandt, nicht geeignet für Festigkeit, Zähigkeit und Weichheit beanspruchende Maschinentheile).

Analysen.

	Graph.	Geb. C.	Si	S	P	Mn	Al	Ca	Mg
a.	2.790	nicht best.	3.850	0.120	1.810	—	—	—	—
b.	6.050		2.410	0.060	6.370	—	0.080	0.460	0.250
c.	2.510	0.560	2.130	Spr.	3.260	—	—	—	—
d.	2.82		4.640	—	0.410	3.000	—	—	—
e.	3.02		1.440	—	0.820	—	—	—	—

a. Meppen in Ostfriesland. b. Helbo (Helsingland). c. Nalibok aus Sumpferzen mit 3.19 Proc. Phosphorsäure. d. und e. Aus finnischen Seeerzen.

Frischroheisen.

b. Während man im Allgemeinen zum Frischen weisse gaarschmelzige Roheisensorten wegen Reinheit, Billigkeit und schnelleren Frischens den grauen, welche schwerverbrennlichen Graphit und meist mehr Silicium enthalten, auch theurer darzustellen sind, vorzieht, so wählt man doch letztere da, wo gleichzeitig Eisen aus demselben Ofen zur Giesserei verwandt werden muss, oder wo unreinere, nament-

1) Preuss. Ztschr. 19, 70.

lich schwefelhaltige Erze zu verarbeiten sind, welche bei ihrer niedrigeren Erzeugungstemperatur ein zum Frischen zu unreines Weisseisen liefern würden, beim Verschmelzen in höherer Temperatur mit passenden Kalkzuschlägen aber ein allerdings siliciumreicheres, aber schwefelärmeres, brauchbare Frischproducte lieferndes Graueisen geben (S. 11). Silicium lässt sich leichter entfernen und wirkt minder schädlich auf Frischproducte als Schwefel. Bei einem grösseren Phosphorgehalt der Erze lässt sich daraus weder graues noch weisses brauchbares Frischroheisen erzielen.

Herdfrisch- u. Puddelroheisen.

α. Graueisen zum Herd- und Flammofenfrischen (Puddeln) liefern die unter 3. a. *α.* und *β.* aufgeführten Sorten, und zwar das theurere Holzkohleneisen (Oberharz, Schweden, Russland) unter gleichen Umständen bessere Producte mit weniger Abgang, als Cokesroheisen, dessen Unreinigkeiten (Silicium, Schwefel u. s. w.) zuweilen (z. B. Oberschlesien, England) eine Reinigung davon (Feinen, Reinen) durch kräftiges oxydirendes Schmelzen vor dem Frischen verlangen, wenn man nicht direct minder gutes, aber für viele Zwecke brauchbares Stabeisen daraus darstellen will (Westphalen, England u. s. w.).

Ein hellgraues Cokesfrischroheisen von Gleiwitz enthielt z. B. 2.46 Graphit, 0.79 geb. C., 2.05 Si, 0.12 S, 1.36 P, 3.42 Mn.

Bessemerroheisen.

β. Bessemerroheisen.[1]) Dasselbe muss möglichst frei von Schwefel (bis 0.1 Proc.) und namentlich von Phosphor (bis 0.05, höchstens bis 0.15 Proc., S. 12) sein, weil bei dem schnellen Verlauf des Processes diese Elemente nur unvollständig abgeschieden werden können. Dagegen sind erforderlich eine höhere Kohlung (3—4 Proc. C.), namentlich ein gewisser Graphitgehalt, um das Frischen zu verlangsamen, sowie ein grösserer Siliciumgehalt (1.5—2.5—3 Proc.), welcher beim Oxydiren neben verbrennendem Eisen, weniger der Kohlenstoff, hinreichende Hitze liefert, um das Metallbad während der Dauer des Processes im Fluss zu erhalten (S. 17). Ein Mangangehalt, welcher ebenfalls zur Steigerung der Temperatur beiträgt, wenn auch in nicht so hohem Grade, als ein Siliciumgehalt, kann letzteren theilweise vertreten.

Entstehungsweise.

Solches Roheisen erfolgt aus reinen Erzen[2]) (z. B. Hämatite[3]) aus Cumberland und Lancashire, algierische Braun- und Rotheisensteine, spanische Spath- und Rotheisensteine, Siegener Rotheisenstein, steyerische und Kärnthner Spath- und Brauneisensteine, schwedische Magneteisensteine, ungarische Spatheisensteine, Siebenbürger Roth-, Braun- und Spatheisensteine bei Gyalar[4]) und Vayda Hunyad absolut phosphorfrei u. s. w.), bei überschüssigem reinen Brennmaterial (Holzkohlen, Cokes und z. B. 20 Proc. Mehraufwand an Holzkohlen im Vergleich zu anderen grauen Roheisensorten, auf 100 Roheisen in Cumberland 120—140 Cokes bei 55—60 Proc. Eisengehalt der Erze, zu Georg-Marienhütte 225 Cokes bei 22 Proc. Möllerausbringen, zu Kalan 125 Theile eines Gemenges von 75 Cokes und Holzkohlen und 25 Braunkohle), nicht zu stark erhitztem Winde und kieselsäurereicher Beschickung. Förderlich zur Entstehung dieses Roheisens sind noch regelmässiger Betrieb, gleichförmige Cokes von gleichem Aschengehalt, in der Zu-

1) B. u. h. Ztg. 1865, S. 401, 421; 1866, S. 226; 1867, S. 436, 445; 1868, S. 169, 284; 1869, S. 149, 159, 425; 1870, S. 95; 1872, S. 250, 450; 1873, S. 338; 1874, S. 106, 269, 369, 466. Kerpely, Fortschr. 4, 101; 6, 124, 130. Kerpely, Ausst.-Ber. S. 86, 112, 130. 2) Kärnthn. Ztschr. 1874, S. 200. B. u. h. Ztg. 1874, S. 369. 3) B. u. h. Ztg. 1871, S. 19. 4) B. u. h. Ztg. 1874, S. 365.

sammensetzung wenig variirende Erze und möglichst gleichmässige Windtemperatur. Ein Mangangehalt ist zwar zur Durchführung des Bessemerns unerlässlich, bildet jedoch keinen nothwendigen Bestandtheil des Bessemerroheisens, wenn er der überblasenen Charge (s. später) durch Spiegeleisenzusatz (Rückkohlung) zugeführt wird. Soll direct aus dem Roheisen Stahl ohne Rückkohlung, also ohne Spiegeleisenzusatz erzeugt werden, so ist ein Mangangehalt darin (am besten 3—4 Proc.) erforderlich. Man unterscheidet dem entsprechend die Bessemerroheisensorten in manganarme (Cumberland, Pirna, Vorwärtshütte bei Waldenburg u. s. w.) und manganreiche (Steyermark, Kärnthen, Siegerland, Thüringen, Königin Marienhütte bei Zwickau, Georg-Marienhütte bei Osnabrück, Hörde, Dortmund, Oberhausen, Ruhrort, Schweden, Kalan in Siebenbürgen u. s. w.).

Das Mangan trägt auch zur Beseitigung eines grösseren Schwefelgehaltes bei und neutralisirt die übeln Eigenschaften eines Phosphorgehaltes im Stahl.

Analysen.

	Graph.	Geb. C.	Si	S	P	Mn	Cu	Co
a.	3.180	0.750	1.960	0.020	0.040	3.460	0.08	-
b.	3.452	0.248	0.930	0.221	—	3.011	—	—
c.	3.595	0.350	2.120	—	—	4.020	—	-
d.	3.205		2.765	0.118	0.042	3.020	0.060	-
e.	3.758		0.497	0.171	0.578	6.555	0.120	—
f.	3—3.5		2—3.5	0.02	0.08—0.15	3	0.03	—
g.	3.5—4		2.5—4.5	0.1	0.05—0.15	3—7	—	—
h.	1.710	3.342	0.748	0.005	0.031	3.119	—	—
i.	1.289	3.460	0.771	Spr.	0.027	4.491	—	—
k.	3.383		1.630	1.090	0.206	5.000	—	
l.	3.309		0.595	0.485	1.102	5.000	—	—
m.	2.733	0.350	1.558	0	—	4.200	—	
n.	3—4		1.5—3	0.01—0.03	0	1.8—3	—	—
o.	3—3.5		2.5—3.5	0.01	0.05	0.15	0.015	—
p.	3—3.5		2.5—3.5	0.1—0.2	0.05	1—1.5	0.1	—
q.	2.940	0.680	1.040	0.011	0.095	2.790	—	0.050
r.	3.110	0.730	1.860	0.015	0.106	1.200	0.050	Spr.
s.	3.350	0.500	2.710	0.030	0	2.340	Spr.	—
t.	3.426	0.210	4.893	0.015	0	0.836	—	—
u.	3.200	0.700	1.300	0.050	0.520	—	—	—
v.	2.795		4.414	0.039	0.039	1.837	—	—
w.	2.390		5.730	0.119	0.131	1.330	—	—
x.	3.040		3.800	0.058	0.102	3.300	—	—
y.	2.990—0.200		3.849	0.011	0.078	0.244	—	—
z.	3.800		2.250	0.030	0.050	0.400	—	—

Manganreich: a. Neuberg. b. Turrach. c. Heft, sämmtlich mit Holzkohlen dargestellt. d. Prevali, Cokesroheisen. e. Bieber in Hessen. f. Georg-Marienhütte. g. Westphälisches Roheisen, Durchschnitt von Hörde, Dortmund, Oberhausen und Ruhrort. h. Westanfors in Schweden. i. Fagersta in Schweden, halbirt. k und l. England. m. Creusot. n Kalan in Siebenbürgen. — Manganarm: o. Cumberland. p. Pirna. q. und r. Reschitza im Banat. s. Hradek in Ungarn, hochgrau. t. St. Louis (Marseille). u. Blansko, giebt kaltbrüchigen Stahl. v.—x. Tow Law in Durham, erstere beiden Sorten zum Bessemern geeignet wegen höheren Siliciumgehaltes, letztere nicht. y. und z. Dowlais.

4. Halbirtes Eisen[1]) (S. 4). Dasselbe wird für Zwecke der Giesserei und des Frischens unter ähnlichen Verhältnissen dargestellt wie das normale Graueisen, nur bei etwas niedrigerer Temperatur (Steigerung des Erzsatzes, Verringerung der Windtemperatur u. s. w.), in Folge dessen dasselbe ärmer an Graphit und Silicium wird. Schwachhalbirtes, hellgraues Roheisen, etwas härter und nicht Halbirtes Roheisen. Bildungsweise.

1) B. u. h. Ztg. 1865, S. 340; 1866, S. 236; 1870, S. 95; 1871, S. 169. Kerpely, Ausst.-Ber. S. 112, 130.

so grobkörnig als graues und billiger darzustellen, giebt sehr dichte und scharfe Güsse, namentlich für Gegenstände, welche ausgebohrt und ausgedreht werden müssen. Stark halbirtes Roheisen, bei noch niedrigerer Temperatur erzeugt und dem weissen sich nähernd, ist heller, dichter, feinkörniger und härter, zu feinen Güssen nicht mehr brauchbar, liefert aber bei grösseren Stärken noch sehr feste Güsse. Aus reinen Erzen und Brennmaterialien dargestellt, hat das halbirte Roheisen vor dem grauen als Giessereimaterial, wenn nicht sehr weiche und zähe Güsse verlangt werden, den Vorzug grösserer Billigkeit, sowie bei Erzeugung schmiedbaren Eisens den rascherer Verfrischbarkeit.

Ausser auf die oben angegebene Weise kann halbirtes Eisen zufällig entstehen, wenn bei Erzeugung von weissstrahligem Roheisen (S. 3) die Temperatur zu sehr steigt, wo dann das Product neben Graphit eine grössere Menge chemisch gebundenen Kohlenstoff enthält, als das absichtlich in obiger Weise dargestellte. Seltener arbeitet man auf die Entstehung von halbirtem Eisen durch alternirendes Erblasen oder Mischen von Grau- und Weisseisen. Zusatz von Eisenerzen oder Eisenfrischschlacken zu stark grauem Roheisen im Schmelzherd des Ofens (Füttern).[1]) Holzkohlenroheisen ist reiner als Cokesroheisen.

Analysen.

	Graph.	Geb. C.	Si	S	P	Mn	Cu	Al	Ca	Mg
a.	0.200	2.720	0.260	—	—	—	—	—	—	—
b.	2.110	2.170	0.090	—	—	—	—	—	—	—
c.	1.990	2.780	0.710	Spr.	1.230	Spr.	—	Spr.	—	—
d.	0.840	0.478	0.698	0.022	0.330	0.317	—	—	--	—
e.	nicht best.	nicht best.	0.950	0.020	0.018	—	0.005	—	0.244	—
f.	,,	,,	1.895	1.614	1.811	—	—	—	—	—
g.	0.780	0.380	1.520	0.270	0.160	—	—	—	—	—
h.	2.560	2.350	0.680	0.070	0.650	—	—	—	—	—
i.	1.581	1.391	1.001	0.200	—	0.545	—	—	—	—
k.	2.700	0.850	0.560	0.350	1.050	0.790	—	—	0.260	0.070

a.—e. Holzkohlenroheisen: a. Siegen, stark halbirt. b. Ebend., schwach halbirt. c. Königshütte am Harz, bei kaltem Winde. d. Horowitz in Böhmen. e. Edsken in Schweden. f.—k. Cokes- und Anthracitroheisen: f. Gartsherrie. g. Hasslinghausen. h. Achthal, Walzengusseisen. i. St. Louis (Marseille), für die Giesserei. k. Cleveland.

Farbe und Glanz.

6. Eigenschaften des Graueisens.[2]) Graues Roheisen hat je nach der Graphitausscheidung eine lichtgraue bis schwarze Farbe; je dunkler letztere, desto stärker der Glanz.

Je lebhafter der Glanz zweier gleichfarbiger Eisensorten auf dem frischen Bruche, um so besser ist das Product, weil Glanz eine Folge der Reinheit bedingenden Krystallisation ist. Dunkles, glanzloses, mattes Eisen deutet auf hohen Gehalt an Erdenbasen, lichte Farbe und schwacher Glanz neben feinem Korn auf einen hohen Siliciumgehalt (trockenes, kurzes Roheisen, glazed pig, S. 17) und einen Phosphorgehalt (S. 12). Im flüssigen Zustande wechselt die Farbe mit dem Schmelzpunkt des Roheisens; graphitisches hat eine mehr hellorangerothe von starkem Lichtglanz begleitete Farbe, während weisses Roheisen bei schwächerem Lichtglanz mehr weissröthlich ist.

Textur.

Textur, — abhängig von Krystallisationsverhältnissen, auf welche wieder die Art des Erstarrens und die Zusammensetzung influiren; feinkörnig bis grobkörnig und zuweilen blättrig in den graphitreichsten Modificationen.

Je zackiger, dunkler und glänzender der Bruch, desto besser das Eisen, schlechter bei schuppiger Textur, geringem Glanz und aschgrauer Farbe; ver-

1) B. u. h. Ztg. 1861, S. 438; 1864, S. 322; 1865, S. 421; 1866, S. 238. 2) Dürre, Constit. d. Roheisens 1868. Ledebur, das Roheisen in Bezug auf seine Anwendung zur Eisengiesserei. Leipzig 1872. B. u. h. Ztg. 1874, S. 398.

änderlich durch Umschmelzen, chemische Einwirkung, fremde Beimengungen, Erhitzen bis zum Glühen und Abschrecken u. A. Während reines Eisen regulär krystallisirt und durch Zutritt von Kohlenstoff die Krystallform nicht geändert wird, so scheint Mangan eine klinorhombische Krystallisation (Spiegeleisen) zu veranlassen. Da nach Tunner's Constitutionstheorie (S. 7) das körnig-krystallinische reine Eisen dem grauen Roheisen seine Zähigkeit und Festigkeit ertheilt, so lassen sich aus dem Auftreten und der Form der auf dem Bruche des Eisens unter dem Mikroskop[1]) wahrzunehmenden Krystallbildungen Schlüsse auf die Festigkeit einer Eisensorte machen und hat in dieser Beziehung Schott[2]) für die Praxis höchst wichtige Erfahrungen mitgetheilt (S. 8).

Die Cohäsion — die in der gegenseitigen Anziehung der Moleküle begründete und sich der mechanischen Trennung eines Körpers durch Stoss, Druck, Schlag oder Torsion widersetzende Kraft — ist abhängig von der Textur und äussert sich als Festigkeit, Härte und Elasticität. Cohäsion.

Die Festigkeit[3]) — die Grösse des Widerstandes, welchen eine Substanz bis zum Eintritt der Zerstörung der Cohäsion einer darauf wirkenden Last leistet, bezogen auf einen bestimmten Querschnitt des belasteten Körpers — hauptsächlich abhängig von der Molekülanordnung, der Temperatur (auch Kälte[4])), dem Kohlenstoffgehalte[5]) und der Anwesenheit fremder Stoffe und durch Umschmelzen[6]) des Roheisens bei oder ohne Luftzutritt oder Vermischen mit einer anderen Sorte zu erhöhen, ergiebt sich aus dem Widerstande gegen das Zerreissen (absolute F.), das Zerbrechen und Zerknicken (relative F.), das Zerdrücken (rückwirkende F.) und gegen das Zerdrehen (Torsionsf.). Absolute Festigkeit pro qcm. nach Karmarsch 665—2410, bei bestem Geschützgusseisen sogar 3065 kg. Halbirte Roheisensorten sind die festesten, schwarzgraue, sowie silicium-[7]) und phosphorreiche am wenigsten fest. Absolute Festigkeit des grauen Roheisens etwa $^1/_3$ grösser, als bei weissem, relative doppelt so gross und rückwirkende geringer als bei weissem und grösser als bei Stabeisen.

Die Härte — die Widerstandsfähigkeit eines Körpers gegen das mechanische Eindringen eines anderen — des grauen Giessereiroheisens liegt etwa zwischen der des Flussspathes und Apatits, nimmt mit Dunklerwerden ab, mit dem Hellerwerden zu und ist geringer, als bei weissem Roheisen, sowie auch dessen Sprödigkeit (plötzliche Aufhebung der Cohäsion durch eine im Körper vorhandene repulsiv elastisch wirkende Kraft, wenn letztere durch eine äussere Veranlassung frei wird und dann Bruch oder Risse erzeugt).

Das specifische Gewicht, abhängig von der Textur und der Constitution, ist bei dunkeln Sorten geringer, als bei weissen, am wenigsten dicht ist graues phosphorhaltiges und schwarzes, am dichtesten halbirtes Roheisen. Spec. Gew.

Spec. Gewicht nach Karmarsch von dunkelgrauem Roheisen 6.64—7.28, von lichtgrauem 6.92—7.57, von weissem 7.06—7.89. Die Dichtigkeit erhöht sich durch Umschmelzen[8]), namentlich bei Luftzutritt, einen geringen Schwefelgehalt (S. 11), durch Druck (verlorner Kopf) u. A. Festes Roheisen schwimmt auf flüssigem.[9])

Beim Glühen unter Abschluss sauerstoffhaltiger Körper (Tempern)[10]) dehnt sich das graue Roheisen, später rothglühend werdend als weisses, aus und zieht sich unter der Abkühlung nicht wieder auf das ursprüngliche Volumen zusammen (Quellen). Glühverhalten.

Es können durch wiederholtes Glühen, bei graphitreichen Sorten mehr, als bei graphitarmen[11]), alle Dimensionen um 3—4 Proc., der Cubikinhalt um 9—12 Proc.

---

1) B. u. h. Ztg. 1873, S. 114. 2) B. u. h. Ztg. 1868, S. 130, 334. Schott, die Kunstgiesserei in Eisen, Braunschweig 1873, S. 16. 3) Kerpely, Fortschr. 2, 9; 4, 5. 4) B. u. h. Ztg. 1871, S. 176. 5) B. u. h. Ztg. 1862, S. 264. 6) B. u. h. Ztg. 1868, S. 250; 1874, S. 19. 7) B. u. h. Ztg. 1856, S. 306; 1857, S. 365. 8) B. u. h. Ztg. 1868, S. 250. 9) B. u. h. Ztg. 1864, S. 52; 1865, S. 116; 1872, S. 11. Kerpely, Fortschr. 2, 7; 3, 6; 4, 5; 5, 17. 10) B. u. h. Ztg. 1868, S. 351, 361. 11) B. u. h. Ztg. 1856, S. 152.

zunehmen (Tempern von Gusswaaren, erforderlicher Spielraum für Roststäbe[1])), kleinerer Guss von Plätteisenbolzen, Vergrösserung zu klein gegossener Kanonenkugeln[2]), Volumvermehrung bei Walzen u. s. w.). Längenausdehnung bei Gusseisen von 0–100° C = $\frac{1}{901}$. (Nach Pleischl dehnten sich Roststäbe nach längerem Gebrauch um 0.08 m. per 1 m. aus, wohl in Folge einer Ueberschreitung der Elasticitätsgrenze.) Bei plötzlicher Abkühlung (Abschrecken) geglühten Graueisens wird dasselbe bei Vermehrung der Härte und Verminderung der Festigkeit dichter; im rothglühenden Zustande in gesättigter Kochsalzlösung oder in Wasser mit Zusatz von 10 Proc. Schwefelsäure und 1—2 Proc. Salpetersäure abgelöscht, entsteht bedeutende Härte und grosse Sprödigkeit.

Beim Glühen unter Anwesenheit sauerstoffabgebender Körper (Luft, Eisenoxyd, Zinkoxyd, Manganoxyd) wird schon in Rothglühhitze der chemisch gebundene Kohlenstoff oxydirt, nicht oder nur wenig der Graphit. (Darstellung von hämmerbarem Gusseisen aus Weisseisen durch Glühen in Sauerstoff abgebenden Substanzen.)

Während Spiegeleisen glänzende, weisses Roheisen minder lebhafte Anlauffarben zeigt, verliert das graue Roheisen mit der ausgeschiedenen Graphitmenge die Fähigkeit anzulaufen, welche dem Stahl in hohem Maasse zukommt. Bei gewöhnlicher Temperatur oxydirt sich graues Eisen wegen seines Gehaltes an reinem Eisen (S. 7) leichter als weisses.

Schmelzverhalten.

Das Schmelzen des Roheisens tritt, nachdem alle Stadien des Glühens durchlaufen sind, bei Annäherung an die Weissglühhitze ein und zwar wird der Schmelzpunkt hauptsächlich modificirt durch Qualität und Quantität des Kohlenstoffgehalts und fremde Beimengungen.

Graphit, Mangan, Titan, Chrom u. s. w. erhöhen, Schwefel, Phosphor, sowie namentlich ein hoher Gehalt an chemisch gebundenem Kohlenstoff erniedrigen den Schmelzpunkt.[3]) Die Angaben über letzteren sind in Folge der Schwierigkeiten, hohe Temperaturgrade genau zu messen, schwankend; es schmelzen nach älteren (a) und neueren Angaben (b):

	a.	b.
Weisses Roheisen bei	1400—1500	1050—1100
Graues „ „	1500—1700	1100—1200
Stahl . . . . . „	1700—1900	1300—1400
Stabeisen . . . „	1900—2100°	1600°.

Nach Tunner schmilzt graues Holzkohlenroheisen bei 1700°, weissstrahliges Roheisen bei 1600; Stahl bei 1850° C. Nach Elsner verflüchtigt sich Eisen in der Temperatur des Porzellanofens. Graue Roheisensorten, nicht weisse, zeigen kurz vor dem Flüssigwerden eine Art Schweissbarkeit, welche Eigenschaft behuf Reparaturen zerbrochener Gussstücke benutzt wird (Angiessen von Walzenzapfen[4]), Flicken von Bratpfannen.[5])

Schwinden

Die gaaren und halbirten Sorten sind dünnflüssig (die heissoder todtgaaren graphitreichen dickflüssig, ebenso die weissen Sorten ausser Spiegeleisen) und füllen die Formen gut aus, weil sie sich im Augenblicke des Erstarrens, wahrscheinlich in Folge des Bestrebens, krystallinische Structur anzunehmen, etwas ausdehnen (das Treiben) und nach dem Festwerden wenig schwinden[6]) ($^1/_{125}$—$^1/_{62}$, durchschnittlich $^1/_{96}$ linear). Mallet[7]) leugnet das Treiben.

1) Dingl. 181, 155. Kerpely, Fortschr. 3, 6. 2) B. u. h. Ztg. 1855, S. 57, 189. 3) Kerl, Grundr. d. allg. Hüttenk., S. 53. Ueber Pyrometer B. u. h. Ztg. 1873, S. 231. Siemens' Pyr. ebend. 1873, S. 396; 1874, S. 311. Schott's Methode der Schmelzpunktbestimmung B. u. h. Ztg. 1873, S. 231. 4) B. u. h. Ztg. 1862, S. 248; 1864, S. 198; 1866, S. 64; 1871, S. 444; 1875, S. 46. Oest. Ztschr. 1874, S. 362. 5) B. u. h. Ztg. 1866, S. 379. Polyt. Centr. 1869, S. 547. 6) B. u. h. Ztg. 1868, S. 361; 1869, S. 1, 49; 1874, S. 25, 397. Kerpely, Fortschr. 3, 6, 127; 5, 146; 6, 147, 156. 7) B. u. h. Ztg. 1875.

Graues Giessereiroheisen schwindet in der Länge etwa um $1^1/_8$ Proc., weisses Eisen, welches sich beim Erstarren fast gar nicht ausdehnt, um $2-2^1/_8$ Proc. und dickgrelles dehnt sich aus. Behufs Anfertigung von Giessereimodellen[1]) muss auf das **Schwindmaass** Rücksicht genommen werden. Der Coëfficient für Flächeninhalte ist gleich dem doppelten, der Schwindungscoefficient für Körper gleich dem 3fachen linearen Coefficienten. Mit dem Graphitgehalt nimmt das Schwindmass ab, es schwindet deshalb langsam erstarrendes Eisen weniger, als schnell erkaltendes, graues weniger als halbirtes und weisses, das feinkörnigere Holzkohlenroheisen mehr als das weniger dichte Cokesroheisen, dickere Stücke weniger als dünne, Sand- und Lehmguss weniger als Coquillenguss, bei welchem letztern durch grössere Schwindung des äusseren Umfanges Risse (**Hartborsten**) entstehen können.[2]) Spannungen im Gussstück, Krummziehen desselben, Bildung hohler Räume darin und Anbrand sind Folge verschiedener Schwindung der einzelnen Theile.[3]) Nach **Hess**[4]) ist die Schwindung für die verschiedenen Wärmegrade nicht gleich gross.

Ab-schrecken.

Bei plötzlichem **Abschrecken** *(S. 5) von grauem Eisen wird dasselbe weiss, hart, spröde und dichter, sein Volumen verkleinert sich um 5—5.6 Proc., während dasjenige des Stahles beim Härten sich vermehrt.

Verhalten im Fluss und Oberflächenerscheinungen.

Als empirische Kennzeichen[5]) zur Beurtheilung der Beschaffenheit des Roheisens dienen das Verhalten desselben im Fluss oder beim Ausgiessen, z. B. in eine in Formsand hergestellte Grube, und die sodann auf dessen Oberfläche wahrzunehmenden Bewegungen (**Spiel des Eisens**).

Graues graphitreiches Roheisen fliesst ruhig mit mehr oder weniger weisser Farbe, zeigt mit grösserer oder geringerer Lebhaftigkeit das unten zu erwähnende Spiel und erstarrt ohne merkliche Gasentwicklung, hier und da unter Entlassung eines weissen oder blauen Flämmchens (Kohlenwasserstoff oder Kohlenoxyd). Spiegeleisen fliesst mit weisser Farbe, wirft Eisenkügelchen aus, entwickelt einen dichten weissen Rauch und Flamme (wahrscheinlich Kieselsäure, aus absorbirtem Siliciumwasserstoff entstanden, sowie Wasserstoff und Kohlenwasserstoff enthaltend), rasch und ohne oder mit wurmartigem Spiel erstarrend. Weisses kohlenstoffarmes, bei Rohgang erblasenes grelles Eisen fliesst mit röthlicher Farbe, wirft ohne Flammen- und Rauchbildung lebhaft sternartige, bläulich schimmernde **Funken**[6]) (Eisentheilchen) aus und erstarrt rasch mit zahlreichen Höhlungen von trichterförmiger Gestalt im Innern (**Senklöcher**). Je nachdem sich dazwischen liegende Roheisenarten dem einen oder andern dieser Typen nähern, zeigen sie mehr oder weniger deren Verhalten.

Gas-absorption.

Diese Erscheinungen lassen sich nur dadurch erklären, dass **flüssiges Roheisen Gase absorbirt und diese unter der Abkühlung wieder entlässt.** Wie Untersuchungen ergeben haben, wirkt ein Graphitgehalt der Gasaufnahme entgegen (graphitreiches grobkörniges Cokesroheisen nimmt das wenigste Gas auf, das meiste kohlenstoffreiches Spiegeleisen und kohlenstoffarmes grelles Eisen); kohlereiches Eisen nimmt vorzugsweise wasserstoffhaltige Gase auf, an Kohle, namentlich an gebundenem Kohlenstoff armes Eisen aber vorwaltend kohlenstoffhaltige Gase, so das grelle Roheisen, bei dessen dickflüssiger Beschaffenheit das Gas beim Aufsteigen zurückgehalten wird und Blasen bildet, während dünnflüs-

---

1) Bgwfd. 12, 447. Dingl. 132, 392. Mitth. d. Han. Gew.-Ver. 1853, Hft. 4; 1854, Hft. 1. B. u. h. Ztg. 1854, S. 101. 2) B. u. h. Ztg. 1868, S. 361; 1874, S. 27. 3) B. u. h. Ztg. 1869, S. 50; 1874, S. 25. 4) B. u. h. Ztg. 1868, S. 424. 5) Ledebur in B. u. h. Ztg. 1871, S. 410; 1873, S. 365. Deville und Caron in B. u. h. Ztg. 1871, S. 114, 299. Parry, ebend. 1873, S. 184. Cailletet in B. u. h. Ztg. 1866, S. 311. Troost und Hautefeuille in Dingl. 208, Hft. 5. 6) Berggeist 1870, S. 173.

siges graues Roheisen und Spiegeleisen die Gase leicht entlassen und nicht blasig[1]) erscheinen. Troost, Hautefeuille und Cailletet fanden in grauem Cokesroheisen (a), im halbirten Holzkohlenroheisen (b), im weissen kohlehaltigen Roheisen (c) und im grellen Roheisen, hinsichtlich des Kohlegehaltes Stahl (d) nahestehend, an absorbirten Gasen:

	a.	b.	c.	d.
Wasserstoff . . .	33.70	38.60	74.07	22.27
Kohlenoxyd . . .	57.90	49.20	16.76	63.65
Kohlensäure . . .	—	—	3.59	2.27
Stickstoff	8.40	12.20	5.58	11.36

Während gewöhnliches Roheisen im flüssigen Zustande unter Funkensprühen Wasserstoff und Kohlenoxydgas entlässt, entwickeln siliciumreiche Roheisensorten nach Troost und Hautefeuille[2]) nur Spuren von Gasen, was die verschiedenen Erscheinungen beim Raffiniren der Roheisensorten erklärt. Nach Kerpely[3]) rühren die Gase in dem Eisen von den kohlenden Agentien her (Wasserstoff von Kohlenwasserstoffen, Stickstoff von Cyan) und die hellere Sorte b enthält mehr von letzterem, als die dunklere a wegen grösseren Gehaltes an chemisch gebundenem Kohlenstoff. Parry[4]) hat Versuche über die Absorbirung von Gasen und Dämpfen von Metallen durch Roheisen und ihre Entlassung im luftleeren Raume angestellt.

Ausser durch Gasabsorption vom flüssigen Roheisen kann dieses in Berührung mit dem Formmaterial[5]) eine Gasbildung hervorrufen, indem der entwickelte Wasserdampf mit Eisen Wasserstoff und Eisenoxyduloxyd, mit dickflüssigem schwefelhaltigen Roheisen letzteres und Schwefelwasserstoff giebt, welches Blasenräume darin erzeugt und beim Austritt an die Luft zu schwefliger Säure verbrennt. Nach Troost und Hautefeuille (c. l.) soll das Sprudeln von Roheisen und Stahl beim Umschmelzen in Tiegeln von Gasbildung in Folge Reduction der Kieselsäure des Tiegels vom Kohlenstoff des Carburetes herrühren, was bei Anwendung von Kalk- oder Magnesiatiegeln nicht eintreten kann.

Spiel des Eisens.

Auf eine dritte Art findet noch eine Gasbildung statt, welche zu dem sogenannten Spiel des Eisens[6]) mit beiträgt, worunter man auf der Oberfläche des flüssigen, ruhig stehenden Eisens hervortretende ununterbrochene, regelmässige, selbstständige Bewegungen begreift, welche in Wechselbeziehung zu dem Krystallisationsbestreben stehen und durch ein stetiges Zerreissen des oberflächlich gebildeten Gusshäutchens sich stets erneuernde Figuren erscheinen lassen. Da dieselben bei bestimmten Eisensorten in derselben Weise wiederkehren, so lässt sich daraus die Beschaffenheit des Eisens erkennen.

Indem die Luft zur Oberfläche des flüssigen Eisens tritt, oxydirt sich dasselbe, es entsteht eine Oxyduloxyd enthaltende Gusshaut, welche durch die Krystallisationsvorgänge im Innern regelmässig, aber bei verschiedenen Roheisensorten verschieden zertheilt wird, so dass sich dem Sauerstoff immer neue Eisenflächen darbieten. Die Oxydation, also die Erneuerung des Gusshäutchens, findet um so lebhafter statt, je leichter das Eisen zur Oxydation neigt, was bei graphitreichem grauen und auch Spiegeleisen weit weniger der Fall ist, als bei dem kohlenarmen, halbirten und grellen Roheisen. Während Spiegeleisen kein Spiel zeigt und mit glatter, reiner Oberfläche erstarrt und auch auf ebenfalls mit glatter Oberfläche erstarrendem graphitreichen grauen Eisen nur ein zartes Oxyd-Häutchen bei trägem Spiel entsteht, so zeigt halbirtes Eisen lebhafteres Spiel, es erscheinen kleine schwarze Punkte oder Bläschen (Narben), welche zusammenschmelzen und sich zu grösseren vereinigen, den Kohlenstoff des darunter befindlichen flüssigen Eisens oxydiren und muldenförmige Vertiefungen (Plattlöcher) überdecken, wenn das Roheisen stark halbirt (spitz) ist. Bei grellem kohlenstoffarmen Gusseisen ist die Bewegung am lebhaftesten, die Bläschen bilden sich rascher, nehmen grösseren Durchmesser an und bedecken schliesslich wie Blattern (Wanzen)

1) B. u. h. Ztg. 1873, S. 365; 1874, S. 358. 2) B. u. h. Ztg. 1873, S. 167; 1874, S. 131, 144. 3) B. u. h. Ztg. 1869, S. 47. 4) Engin. and min. J. New-York 1874, Vol. 17, No. 22, p. 341. 5) B. u. h. Ztg. 1874, S. 357. 6) B. u. h. Ztg. 1866, S. 65, 131; 1870, S. 242; 1874, S. 259, 358. Preuss. Ztschr. 19, 73. Schott, Kunstgiesserei in Eisen 1873, S. 10. Dingl. 214, 18 (Muck.)

die ganze Oberfläche, tiefere Mulden unter sich lassend. Es giebt somit die Lebhaftigkeit des Spiels, die Grösse der Narbe und die Tiefe der Plattlöcher Kenntniss von der Qualität des Eisens. (Probe der Förmer, je nach der Grösse der Punkte schwache oder starke Probe und Wanzen, entsprechend grauem gaaren, halbirtem, spitzem und grellem Eisen.) In den Narben finden sich besonders die auf der Oberfläche des Eisens ausgeschiedenen Unreinigkeiten, nach Muck in Gestalt von Silicaten des Eisen- und Manganoxyduls, der Kalk- und Talkerde; Phosphormetalle von Eisen und Mangan; Schwefeleisen, vielleicht auch Schwefelmangan und Manganoxysulfuret, Manganoxyduloxyd, phosphorsaures Manganoxydul, schwefelsaures Eisenoxyd und Manganoxydul; unverbundene Kieselsäure und Silicium-Eisen oder -Mangan. Das Eisen ist um so unreiner, je reichlicher und grösser die Wanzen. Die Zusammensetzung[1]) solcher Narben ist folgende:

	a.	b.	c.	d.	e.	f.
Kieselsäure . . .	48.74	30.070	31.874	31.939	28.731	—
Manganoxyduloxyd	39.45	—	—	—	—	—
Eisenoxydul . . .	3.45	35.950	39.609	38.107	45.873	8.32
Manganoxydul . .	—	24.565	24.612	25.876	21.108	2.82
Kupferoxyd . . .	0.12	—	—	—	—	—
Kalkerde	4.21	1.561	1.580	1.363	0.615	0.10
Magnesia	2.28	0.174	0.150	0.051	0.031	0.49
Thonerde	0.89	3.316	—	—	—	—
Schwefelsäure . .	0.28	—	—	—	—	—
Phosphorsäure . .	Spr.	—	3.401	4.088	4.335	—
Eisen geb. an S .	—	3.033	—	—	—	—
Schwefel	—	1.733	1.602	1.701	0.824	0.23
Phosphor	—	—	—	—	—	1.11
Kohle	—	—	—	—	—	1.93
Titansäure. . .	—	—	—	—	—	0.88
Met. Eisen . . .	—	—	—	—	—	42.02
Eisensilicate . .	—	—	—	—	—	42.10.

a. Nach Richter. b. Nach Jordan. c.—e. Nach Muck (die Thonerde in Jordan's Analyse ist nach Muck Phosphorsäure). f. Sogenannter Eisenschaum auf Clevelandroheisen.

Die werthvollsten Angaben über die beim Spiel des Eisens entstehenden Figuren und hervortretenden sonstigen Erscheinungen sind von Schott[2]) gemacht worden. Roheisen von Mathildenhütte[3]) bei Harzburg mit 2.013 Si, 1.289 P, 3.479 Graphit und 0.543 chemisch gebundenem Kohlenstoff zeigte kein Spiel; desgleichen nicht das Minetteeisen, welches nach dem Abstechen mit einer geschlossenen Haut bedeckt ist, unter welcher sich beim Abkühlen Wolken zeigen, dann treten Flämmchen und schwarze Punkte hervor (Halberger Hütte bei Brebach). Ein grösserer Siliciumgehalt soll das Spiel vermindern.[4])

Wird graues Roheisen einem oxydirenden Schmelzen (Feinen, Frischen, Bessemern u. s. w.) unterworfen, so oxydirt sich zunächst Silicium zu Kieselsäure, welche sich mit einer durch Massenwirkung gleichzeitig entstehenden Quantität Eisenoxydul zu einem Silicate, und zwar einem Bisilicate (Rohschlacke $= FeO, SiO_2 \doteq FeSiO_3$) verbindet. Mit der Abscheidung des Siliciums geht der Graphit in chemisch gebundenen Kohlenstoff über, es entsteht weisses Eisen, und ein Mangangehalt, wahrscheinlich als Siliciummangan vorhanden, scheidet sich gleichzeitig grösstentheils mit dem Silicium ab. Das Mangan tritt als kieselsaures Manganoxydul in die Schlacke, macht diese leicht- und dünnflüssiger und an Kieselsäure reicher, also weniger gaarend (daher die Vorzüglichkeit eines manganhaltigen Roheisens zur Stahlbereitung). Ein Mangangehalt bedingt indess die leichte Abscheidbarkeit des Siliciums nicht, da die Oxydation des

Oxydirendes Schmelzen.

1) B. u. h. Ztg. 1860, S. 208; 1865, S. 376; 1866, S. 226, 239; 1874, S. 398. Dingl. 214, 48. (Muck). Kerpely, Fortschr. 2, 76. 2) Bgwfd. VI, 241. B. u. h. Ztg. 1863, S. 130, 334; 1873, S. 367. Schott, Kunstgiesserei in Eisen 1873, S. 10 (mit Abbild.). 3) Bergg. 1869, S. 28. 4) Bergg. 1869, S. 28.



letzteren auch bei manganfreiem Roheisen zuerst stattfindet. Dadurch dass anfangs Silicium, Mangan und ein Theil Eisen in die Schlacke übergetreten sind, der Kohlenstoff aber sich nicht oxydirt hat, sondern nur in den chemisch gebundenen Zustand übergegangen ist (Feinperiode), reichert sich derselbe in dem flüssigen Rückstand an und beginnt sich erst dann zu oxydiren, wenn bei nicht mehr vorhandenem Silicium das fortwährend sich oxydirende Eisen eine eisenoxydulreichere Schlacke (Singulosilicat $2\ FeO,\ SiO_2 = Fe_2\ SiO_4$), sowie freies Oxyduloxyd gebildet hat, welches von der Singulosilicatschlacke gelöst (Gaarschlacke) nunmehr auf den chemisch gebundenen Kohlenstoff oxydirend wirkt (Frischperiode), indem sich immer von Neuem Oxyduloxyd bildet und das Carburet allmälig in Stahl und zuletzt in Schmiedeeisen übergeht. Da Eisenoxyduloxyd von einer manganoxydulreichen Schlacke nicht aufgelöst wird, so wirkt diese weit weniger entkohlend, daher abermals die Bedeutung des Mangans im Roheisen für die Stahlbereitung. Während Schwefel gleich in der ersten Periode zum grösstentheil oxydirt und dann um so vollständiger entfernt wird, je länger der Process dauert, so zeigt der Phosphorgehalt des Roheisens anfangs keine Abnahme, indem die vorhandene saure Schlacke einer Aufnahme der gebildeten Phosphorsäure widerstrebt (S. 13), so dass letztere vom Kohleneisen immer wieder reducirt und ins Metall zurück geführt wird. Erst wenn die Schlacke eisenoxydreicher geworden, nimmt sie die Phosphorsäure auf und das Eisen wird phosphorärmer, ohne jedoch den Phosphorgehalt so vollständig zu verlieren, wie den Schwefelgehalt. Ein Kupfergehalt scheidet sich erst nach Entfernung des Kohlenstoffs nur zum geringen Theil ab.

Diese chemischen Vorgänge, welche unter Anderem durch Analysen der Herd-, Puddel- und Bessemerfrischproducte (Eisen und Schlacken) bestätigt sind, können durch Vorhandensein verschiedener Temperaturen (in höherer Temperatur scheint die Verwandtschaft des Kohlenstoffs zum Eisen ab- und die des Siliciums zuzunehmen, so dass beim Bessemern[1]) beide Elemente fast gleichzeitig verbrennen, wenn auch Silicium etwas rascher, ja bei kohlenstoffarmem und siliciumreichem Eisen soll der Kohlenstoff eher verbrennen, als das Silicium), durch das Vorwalten des einen oder anderen Bestandtheiles, durch das Arbeitsverfahren u. A. modificirt werden.

Löslichkeitsverhältnisse.

Wegen eines Gehaltes an reinem Eisen rostet das graue Roheisen leichter und wird von wasserzersetzenden Säuren (Chlorwasserstoff und Schwefelsäure) leichter angegriffen, als weisses und zwar steht die Löslichkeit im umgekehrten Verhältniss zum Gehalt an chemisch gebundenem Kohlenstoff.

Während der Graphit in Säuren unlöslich ist, entweicht der chemisch gebundene Kohlenstoff theils unter Kohlenwasserstoffentwicklung, theils scheidet er sich als eine braune oder schwarze, in Kalilauge, Alkohol und Aether lösliche Masse ab, welche nach dem Trocknen leicht verglimmt (S. 2). Schwefel entfernt sich vollständig als Schwefelwasserstoff. Silicium bildet theils in Lösung gehende Kieselsäure, theils weisses gelatinöses Siliciumoxyd, in Auflösungen der Alkalien unter Entbindung von Wasserstoff als Kieselsäure löslich und auch an der Luft in letztere übergehend; eine Entwicklung von Siliciumwasserstoff ist noch zweifelhaft. (Beim Behandeln von Roheisen mit Königswasser[2]) verhält sich

1) B. u. h. Ztg. 1871, S. 123, 288. 2) Kerpely, Fortschr. 3, 7.

das Silicium je nach der Concentration der Säure verschieden.) Phosphor entweicht theils als Phosphorwasserstoff, theils geht er als Phosphorsäure in die Auflösung, theils bleibt er als schwerlösliches Phosphoreisen im Rückstande. Arsen giebt nur Arsensäure ohne Entwicklung von Arsenwasserstoff.

2. Capitel. Weisseisen.

7. Weisseisenarten. Dieselben entstehen im Allgemeinen bei niedrigerer Temperatur als die grauen und einer durch Manganoxydul, seltener durch Eisenoxydul leichtschmelzig gemachten Beschickung aus leicht reducirbaren und leicht kohlbaren Erzen. Von den grauen Roheisensorten unterscheiden sie sich durch ihren Gehalt an fast nur chemisch gebundenem Kohlenstoff, geringern Gehalt an schwer reducirbarem Silicium und Erdmetallen, leichtere Schmelzbarkeit, weisse Farbe, starken Glanz, Härte (je lichter, desto härter), Sprödigkeit, grösseres spec. Gewicht, stärkeres Spiel (S. 36), bedeutenderes Schwinden, grössere Geneigtheit Gase zu absorbiren (S. 35), meist Dickflüssigkeit (Spiegeleisen fliesst nur dünn), — zum Theil Eigenschaften, welche das Weisseisen zur Giesserei nicht befähigen, so dass dasselbe fast nur zur Stahl- und Schmiedeeisenbereitung in seinen reineren Sorten benutzt wird. Aus schwefel- und phosphorreichen Erzen dargestelltes Weisseisen ist zum Frischen unbrauchbar und da sich dessen Beschaffenheit nach dem äussern Ansehen nicht immer beurtheilen lässt, so ist beim Ankauf weisser Roheisensorten grössere Vorsicht anzuwenden, als bei grauen.[1]) **Entstehung.** **Unterschied des Grau-eisens vom Weisseisen.**

Das Verhalten der weissen Roheisenarten beim Frischen (oxydirenden Schmelzen) ist insofern abweichend von dem der grauen (S. 37), dass neben Eisen gleichzeitig der chemisch gebundene Kohlenstoff sich oxydirt (es frischt leichter, ist gaarschmelzig) und das gebildete Eisenoxyduloxyd übt eine kräftig oxydirende Wirkung auf den leicht verbrennlichen Kohlenstoff aus. Ein Mangangehalt verzögert die Oxydation des Kohlenstoffes (S. 38) und begünstigt die Stahlbildung (Spiegeleisen), desgleichen ein dünnes Einschmelzen und ein grösserer Kohlenstoffgehalt (Spiegeleisen frischt schwerer als die teigartig einschmelzenden kohlenstoffärmeren strahligen, blumigen und luckigen Flossen). **Frischverhalten.**

Je nach der Beschaffenheit der Erze (Ab- oder Anwesenheit von Schwefel, Phosphor und Mangan, Reducirbarkeit, Porosität u. s. w.) und des Brennmaterials (Holzkohlen, mehr oder weniger schwefelhaltige, dichtere oder porösere Cokes u. s. w.) und der im Schmelzraume herrschenden Temperatur (Verhältniss zwischen Beschickungs- und Brennmaterialsatz, kalter oder heisser Wind) lassen sich folgende Weisseisensorten darstellen: **Weisseisenarten.**

1. Spiegeleisen (S. 7), höchst gekohltes, mehr oder weniger manganreiches Eisen mit 3.5—6 Proc. chemisch gebundenem Kohlenstoff und zuweilen einem geringen Graphitgehalt, arm an Schwefel, Phosphor und Silicium (bis 0.5 Proc. und mehr). **Entstehung.**

Zur Bildung[2]) desselben werden für erforderlich gehalten: schwefel- und phosphorfreie, leicht reducir- und kohlbare manganreichere Erze (meist manganhaltige Spath- und Brauneisensteine, Knebelit, Franklinit, manganhaltige Eisengranate und Frischschlacken), reines

1) B. u. h. Ztg. 1871, S. 397. 2) Oest. Ztschr. 1863, S. 307. B. u. h. Ztg. 1864, S. 259, 336; 1869, S. 388; 1872, S. 250, 321. Iron and Steel Inst. 1874, Nr. 1, p. 68.

Brennmaterial (Holzkohlen, schwefelarme Cokes), hohe Temperatur im Gestell zur Manganreduction (hoher Brennmaterialsatz im Verhältniss zur Beschickungsmenge, heisser Wind, besser reine Cokes als Holzkohlen) und Bildung einer basischen kalk- und magnesiareichen Schlacke, welche durch Manganoxydul so leichtschmelzig gemacht wird, dass ihr Schmelzpunkt demjenigen des höchst gekohlten Carburetes möglichst nahe liegt.

Beförderungsmittel zur hohen Kohlung.

Die hohe Kohlung dieser Eisenart wird begünstigt durch Abwesenheit von Schwefel (S. 10) und Phosphor (S. 12), sowie durch Anwesenheit von Mangan (S. 19), ferner durch Porosität der Erze (geröstete Braun- und Spatheisensteine), viel Brennmaterial (z. B. in Neuberz 142—152 Proc. Kohle statt 100—105 Proc. bei Graueisen), passende Ofenconstruction, namentlich weiteres Gestell (grosse Kohlungszone) in Verbindung mit hoher Temperatur in der Formgegend (heisser Wind, Cokes), durch welche die Schmelzzone stärker, die Reductionszone schwächer erhitzt wird, in Folge dessen durch Herbeiführung eines beschleunigten Schmelzganges das bereits in höheren Ofentheilen mit Kohlenstoff gesättigte Eisen rasch den Schmelzraum passirt und so weniger durch den Sauerstoff der Gebläseluft und die über den Formen vorhandene Kohlensäure eine Oxydation des Kohlenstoffes eintreten kann, als bei langsamerem Ofengange. Damit die Kohlensäureatmosphäre eine nicht zu grosse Ausdehnung erlangt, darf die Verbrennungszone nicht zu hoch über die Formebene steigen, widrigenfalls Gegenmittel angewandt werden müssen (Verminderung der Windpressung, Aufgeben von feinerem Erz, Befeuchten desselben u. s. w.). Wollte man zur Steigerung der Temperatur das Gestell enger machen, so würde durch Beschränkung der Kohlungszone die Kohlung beeinträchtigt und graues Eisen entstehen können. Die Schachtcapacität muss bei Spiegeleisen etwas grösser sein, als für völliges Graueisen.

Beförderungsmittel zur Steigerung des Mangangehaltes.

Der Mangangehalt (S. 19) des Spiegeleisens steigt mit demjenigen des Erzes (Siegener Spatheisensteine geben deshalb ein manganreicheres Spiegeleisen als Steyrische; bei nahezu gleichem Eisen- und Mangangehalt erfolgte Spiegeleisen mit 30 Proc. Mangan bei einem Verbrauch von 1.298 cbm. Kohle auf 100 kg. Roheisen statt 0.587 cbm. für gewöhnliches Weisseisen), bei Vorkommen des Mangans mit dem Eisen im Erze im isomorphen Zustande (S. 19), namentlich aber durch hohe Temperatur (heisser Wind, Cokes) bei passender Acidität der Beschickung und somit der Schlacke. Während eine an Kieselsäure reiche, saure Schlacke die Manganverschlackung und die Siliciumreduction begünstigt, so sucht man, um beiden entgegenzuwirken, ausser Anwendung eines nicht zu hohen Obergestelles (nicht über 628 mm. und nicht unter 314 mm. von Form bis Rast) annähernd eine kalk- und magnesiahaltige Singulosilicatschlacke zu erzeugen, welche — an und für sich zur Weisseisenbildung zu strengflüssig — durch Manganoxydul (nöthigenfalls durch manganhaltige Zuschläge, wie eisenreichen Braunstein, Knebelit[1]), manganhaltigen Eisengranat u. s. w., aus welchen sich das Mangan weniger leicht reducirt, als aus im Erze vorhandenem isomorphen Mangan[2])) ohne wesentliche Aenderung des Silicirungsgrades hinreichend leichtschmelzig gemacht wird. Im Siegenschen z. B. stieg der Mangangehalt im Roheisen von 3—4 auf 8—10 Proc. und der Mangangehalt der Schlacken ging von 30 auf 10 Proc. herab, als man den Wind von 100 auf 300° erhitzte, stärkeren Kalk- und Magnesiazuschlag gab und kräftigeres Gebläse anwandte. Während steyrische und kärnthner Spatheisensteine so viel Kalkerde, Magnesia und Mangan und so wenig Quarz und Silicate enthalten, dass meist Singulosilicatschlacken entstehen, ja nicht selten kieselige und thonige Zuschläge erforderlich sind, so hat man z. B. zu Hrádek in Ungarn quarzreiche und kalkarme Erze, welche kalkige und manganhaltige Zuschläge nöthig machen. Zur Ilseder Hütte erfordern die kalk- und manganreichen Erze einen sauren Zuschlag von Schweissofenschlacke. Durch sorgfältige Röstung und Ausklauben etwa vorhandenen Quarzes nach derselben lassen sich manche Erze wesentlich verbessern. Ueberschreitet der Mangangehalt eine gewisse Grenze, so scheint sich der Kohlenstoffgehalt des Productes zu vermindern, z. B. bei 30 Proc. Mangan auf 0.40—0.25 Proc.[3]) Die für die Bessemer-Stahlfabrikation

---

1) B. u. h. Ztg. 1872, S. 321. Kerpely, Ausst.-Ber. S. 121. 2) B. u. h. Ztg. 1872, S. 323. 3) B. u. h. Ztg. 1872, S. 322.

erzeugten manganreichen Producte (Ferromangan) (S. 20) mit 20—75 Proc. und mehr Mangan enthalten 5—6 Proc. Kohlenstoff. Bei über 15 Proc. Mangan geht der spiegelige Bruch in einen strahlig-splittrigen über, weshalb, da der Werth des Roheisens sich nur nach dem Mangangehalt richtet, die Erblasung desselben mit spiegelnden Flächen, aber geringerem Mangangehalte, nur wenig Bedeutung hat. Im Handel verlangt man von für den Bessemerprocess sich gut eignendem Spiegeleisen einen Gehalt von wenigstens 8 Proc. Mangan. Es haben z. B. die Siegener Sorten 7—11, durchschnittlich 10 Proc., schwedische von Shishyttän 4—20, durchschnittlich 13 Proc., von Sava und Jauerburg 35—50 Proc., von Ebbw Vale 13 Proc. Von der Wirkung eines Mangangehaltes im Spiegeleisen bei der Stabeisen- und Stahlbereitung war S. 20 die Rede.

Aufschwung der Spiegeleisenfabrikation. Mit der Ausbreitung des Bessemerprocesses hat auch die Spiegeleisenproduction einen grossen Aufschwung genommen, da das meiste Bessemerroheisen manganarm ist. Nicht ohne Erfolg sind die neueren Bestrebungen in England, Schweden, Frankreich und Oesterreich geblieben, manganreiches Spiegeleisen zum Theil aus fremden Erzen herzustellen; der Schwerpunkt der Fabrikation liegt jedoch noch im Siegerland,[1]) weil jene Erze zu theuer sind.

Manganfreies Spiegeleisen. Den bisherigen Erfahrungen zuwider ist Mangan zur Spiegeleisenbildung nicht unbedingt erforderlich.

Nach Åkerman[2]) erzeugt eine schwedische Hütte solches ohne manganhaltiges Material, ermöglicht durch leichtflüssige Beimengungen im Erz (Pyroxen, Hornblende, Granat u. s. w.) und passende Silicirungsstufe der Schlacke, wonach anzunehmen ist, dass Mangan nur flussbefördernd und reinigend wirkt. Auch liegt noch eine ältere Analyse von manganfreiem Spiegeleisen vor, welches nach Lang-Frey's Methode aus Frischschlacken erzeugt worden.[3]) (Analyse s.)

Eigenschaften. Das Spiegeleisen, dessen stete Zusammensetzung aus Fe_4C zweifelhaft, ja unwahrscheinlich ist (S. 9), besteht aus unter den verschiedensten Winkeln sich kreuzenden Krystallrudimenten[4]) mit krystallinisch blättrigem Gefüge, ist silberweiss, stark metallisch glänzend, hart und spröde, so dass es sich pulvern und mit der Feile nicht mehr angreifen lässt, auch Glas ritzt. Ein Eisen mit 6 Proc. Mangan liess sich noch bohren, aber nicht mehr bei 8 Proc.[5]) Bei höherem Mangangehalt, z. B. über 15 Proc., geht, wie bemerkt, der blättrig krystallinische Bruch verloren und bei gleich aussehendem Bruche kann der Mangangehalt in gewissen Grenzen schwanken. Bei 7.6—7.66 spec. Gewicht schmilzt dasselbe dünn ein (dünngrelles Eisen) und die Art der Abkühlung, rasch oder langsam, übt keinen Einfluss aus, wenn das Spiegeleisen bei richtiger, nicht zu hoher Temperatur eingeschmolzen war. Ueber seinen Schmelzpunkt erhitzt und langsam abgekühlt, scheidet dasselbe Graphit aus und wird grau, plötzlich abgekühlt entsteht ein strahliges Gefüge bei hellerer Farbe und vermindertem Glanz und das Product schliesst höchst fein zertheilten Graphit ein.

Rammelsberg[6]) fand in Mägdesprunger Spiegeleisen 16.5, im Lohhütter (Siegen) fast 28 Proc. des Gesammtkohlenstoffgehaltes als Graphit.

Der Mangangehalt, sowie das dünne Einschmelzen des ausserdem sehr reinen Spiegeleisens machen dasselbe wegen langsamen Frischens zur Stahlbereitung (Rohstahleisen daher) besonders geeignet (S. 20). Im Flusse zeigt dasselbe das S. 35 erwähnte Verhalten.

---

1) B. u. h. Ztg. 1872, S. 322. Kärnthn. Ztschr. 1874, S. 206. 2) Kerpely, Ausst.-Ber. S. 121. 3) Dingl. 163, 116. Kerpely, Ausst.-Ber. S. 57. 4) Kerl, Met. 3, 8. 5) B. u. h. Ztg. 1864, S. 283. 6) B. u. h. Ztg. 1872, S. 252.



Analysen.[1])

	a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.	h.	i.	k.	l.	m.	n.	o.	p.	q.	r.	s.
Mn	69.64	28.70	23.48	20.350	18.700	11.230	10.707	7.570	7.300	7.270	5.865	4.500	3.350	3.204	3.120	2.990	0.070	0
Geb. C.	6.21	5.28	5.31	3.800	4.770	3.964	4.323	5.040	3.17	4.679	3.982	5.480	2.950	2.250	3.850	3.060	3.574	5.140
Graphit	—	—	—	—	—	—	—	—	0.210	0.527	—	—	—	—	0.370	0.430	0.674	—
Si	0.28	0.01	0.09	0.254	0.090	0.060	0.997	0.410	0.370	0.402	0.519	0.200	0.140	0.640	0.320	1.290	0.165	0.400
S	Spr.	Spr.	Spr.	0.010	0.012	0.020	0.014	0.080	0.110	0.005	—	0.080	—	—	0.053	0.100	0.049	Spr.
P	0.06	0.38	0.37	0.029	0.280	0.006	0.059	—	—	—	0.036	0.150	2.820	—	—	0.950	0.018	0.320
Al	—	—	—	—	—	—	0.077	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Spr.	—
Ca	—	—	—	—	—	—	0.091	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Spr.	—
K	—	—	—	—	—	—	0.063	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Na	—	—	—	—	—	—	Spr.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Li	—	—	—	—	—	—	Spr.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cu	—	Spr.	Spr.	Spr.	0.118	0.060	0.066	0.160	—	—	0.180	—	—	—	—	—	0.011	—
Ni	—	—	—	—	—	—	0.016	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ti	—	—	—	—	—	—	0.006	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
As	—	—	—	—	—	—	0.007	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sb	—	—	—	—	—	—	0.004	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mg	—	—	—	—	—	—	0.045	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Spr.	—
N	—	—	—	—	—	—	0.014	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Schlacke	—	—	—	—	—	—	0.665	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Zn	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.300	—	—	—	—	—	—

a. Ferromangan von Reschitza im Banat. b. und c. Krainerische Eisenindustriegesellschaft (Jauerburg). d. Schisshyttan in Schweden. e. Vulkan bei Duisburg. f. Finbo in Schweden. g. Lohe im Siegenschen aus Erzen mit 17.08 Proc. Manganoxydul. h. Hochdahl im Siegenschen. i. Prävali in Kärnthen. k. St. Louis bei Marseille. l. Hrádek in Ungarn. m. Amerikanisches Franklinitspiegeleisen mit Anthracit erblasen. n. Ilsede. o. Amerikanisches Frankliniteisen, mit Holzkohle erzeugt. p. Prävali. q. Gleiwitz, grossblättrig, bei körniger Beschaffenheit. r. Reschitza. s. Frischschlacken-Spiegeleisen nach Lang-Frey's Methode dargestellt. — Südwaleser Spiegeleisen enthält 16—18 Mn, 0.15—0.65 Si, 0.06—0.10 P, Spr. S, 0.06 Cu und 4.55 C.

1) Kerl, Met. 1, 769. B. u. h. Ztg. 1872, S. 292; 1874, S. 166. Siegen: B. u. h. Ztg. 1871, S. 171; 1872, S. 292, 324. Schweden: Kerpely, Ausst.-Ber. S. 121, 127. B. u. h. Ztg. 1864, S. 282. Russland: B. u. h. Ztg. 1872, S. 321. Kärnthen: Kerpely, Ausst.-Ber. S. 81. Krain: B. u. h. Ztg. 1862, S. 73, 320, 338. Steyermark: B. u. h. Ztg. 1865, S. 421. Ungarn: Kerpely, c. l. S. 86. B. u. h. Ztg. 1864, S. 336. Böhmen: desgl. 1862, S. 320. Banat: desgl. 1865, S. 401. Rheinprovinz: Kerpely, c. l. S. 98. England: B. u. h. Ztg. 1873, S. 407. Frankreich: desgl. 1870, S. 95. Frankliniteisen: desgl. 1860, S. 465; 1868, S. 337; 1870, S. 82.

2. Blumige, strahlige, luckige und gekrauste Flossen. Diese Roheisenarten (S. 3) erzeugen sich aus für Spiegeleisen geeigneten reinen manganhaltigen Beschickungen, aber bei niedrigerer, der Kohlung und Manganreduction weniger günstigen Temperatur (herbeigeführt durch verstärkten Erzsatz, geringere Winderhitzung). Die niedrigere Temperatur wirkt auch der Reduction des Siliciums entgegen, aber das Eisen nimmt um so lieber Silicium auf, je weniger stark dasselbe gekohlt ist (S. 17), auch kann es an das Silicium beseitigendem Mangan fehlen, so dass der Siliciumgehalt dieser Eisensorten gleich hoch oder höher, wie der im Spiegeleisen sein kann. Ein geringer Schwefel- und Phosphorgehalt stört das vom Mangan herrührende Gefüge nicht. Es entstehen je nach der Temperatur blumige und strahlige Flossen (Weissstrahl) mit bis etwa 4 Proc. Kohlenstoff, 0.2—1.5 Proc. Mangan, 1.3—0.5 Proc. Silicium und Spuren bis 0.5 Proc. Schwefel und Phosphor, gross- und kleinluckige Flossen mit 3.5—3 Proc. Kohlenstoff und poröse, gekrauste Flossen von stahlähnlicher Beschaffenheit mit Anlauffarben. Mit abnehmendem Kohlenstoffgehalt steigert sich die Dickflüssigkeit (dickgrelles Eisen), die Weichheit und Porosität, letztere veranlasst durch das unter Funkensprühen stattfindende Entweichen von Gasen (S. 35).

Blumige bis gekrauste Flossen.

Während sich die blumigen und strahligen Flossen continuirlich bei normalem Ofengange erzeugen lassen, so muss bei der in niedrigerer Temperatur stattfindenden Erzeugung von luckigen Flossen zur Vermeidung von Rohgang in Folge unreducirten und verschlackten Eisens die Temperatur zeitweilig erhöht und kohlenstoffreicheres Eisen erblasen werden. Gekrauste Flossen werden nicht absichtlich dargestellt, sondern entstehen bei Versetzungen.

Die blumigen, strahligen und luckigen Flossen eignen sich besonders für die Schmiedeeisenfabrikation wegen ihrer Reinheit und minder kostspieligen Darstellung, auch frischen sie leicht bei dem geringeren Gehalt an Kohlenstoff und der Dickflüssigkeit beim Einschmelzen. Beim Glühen in sauerstoffabgehenden Stoffen entstehen stahl- oder schmiedeeisenähnliche Producte (Glühstahl, hämmerbares Gusseisen.)

Anwendbarkeit.

Analysen.[1])

	C	Si	S	P	Mn	Cu	Ca	Mg
a.	4.100	0.230	0.030	0.078	2.370	0.014	—	—
b.	3.950	0.366	Spr.	—	3.91	—	—	—
c.	3.570	0.130	0.009	—	0.614	—	—	—
d.	3.123	0.616	0 045	0.036	1.820	0.155	—	—
e.	2.820	0.334	—	0.066	—	—	—	—
f.	3.830	0.410	0.020	0.040	0.980	—	0.020	0.010
g	3.790	0.340	0.020	0.070	1.060	—	0.050	0.070
h.	3.470	0.090	—	—	0.850	—	—	—
i.	3.310	Spr.	—	—	—	—	—	—
k.	2.900	0.50	—	—	0.220	—	—	—
l.	2.830	0.590	0.030	0.100	—	—	—	—
m.	2.950	0.093	0.036	0.063	0.928	Spr.	—	—
n.	3.430	0.110	0.016	0.066	1.010	—	—	—
o.	3.237	0.342	0.013	0.067	0.632	—	—	—
p.	3.009	0.265	0.011	0.073	0.453	—	—	—

a—e. Strahliges Eisen: a. Tow Law in Durham. b. Prävali. c. Eisenerz. d. Neuberg. e. Neuschottland, krystallisirt. f—l. Luckiges Eisen: f.

1) Kerpely, Ausst.-Ber. S. 81. B. u. h. Ztg. 1864, S. 322; 1872, S. 252, 292. Kerl, Met. 1, 770.

und g. Eisenerz. h. Grossluckiges Eisen. i. Vordernberg. k. Kleinluckig. l. Ulverstoneroheisen zur Darstellung von hämmerbarem Gusseisen. m. Hieflau, weich. n. Desgl., hart. o. Eisenerz, Kaiser Franz-Ofen, bei 4 Proc. Schieferzuschlag. p. Ebend. bei 2.5 Proc. Schieferzuschlag. Kleinluckiges Eisen (wilder Stahl) zu Drahtziehscheiben enthielt nach Eggertz[1]) 3.3 Proc. Kohlenstoff.

Körniges Weisseisen.

3. Weisses Roheisen vom Gaargange (ordinäres körniges Weisseisen, Puddeleisen, weisses oder hartes Frischroheisen). Werden manganhaltige, schwerer reducirbare Erze mit einem über eine gewisse Grenze nicht hinausgehenden Schwefel- und Phosphorgehalt — und solche Erze sind weit häufiger, als reine und leicht reducirbare der vorhinerwähnten Art — unter ähnlichen Verhältnissen wie die für Spiegeleisenerzeugung verschmelzen (bei Singulosilicatschlacke mit heissem Winde, aber mit gewöhnlichen Cokes in derselben oder einer etwas höheren Temperatur), so entstehen, indem der Phosphor- und Schwefelgehalt eine vollständige Kohlung zu Spiegeleisen verhindert, bei Gaargang (vollständiger Eisenreduction und Entstehung von eisenarmen Schlacken) weisse körnige, hinsichtlich des Kohlegehaltes hinter dem Weissstrahl (S. 43) stehende unreinere Roheisensorten mit durchschnittlich 2—3 Proc. chemisch gebundenem Kohlenstoff und weniger, zuweilen mit geringen Mengen Graphit, 0.5—2 Proc. Silicium und bis 1 Proc. Schwefel und Phosphor bei wechselndem Mangangehalte, je nach dem des Erzes (0.5—1 Proc.). Solches Eisen schmilzt teigartig ein, zeigt im Flusse das S. 35 erwähnte Verhalten, hat starkes Spiel (S. 36) und dient als Puddelmaterial zur Darstellung von ordinäreren Walzeisensorten (nordenglisches, westphälisches, oberschlesisches, Ilseder, Lothringer, Luxemburger Frischroheisen), als das reinere, aber theurere Weissstrahleisen (S. 43).

Anwendung.

Bei einem grösseren Phosphorgehalt ist solches Eisen zum Frischen unbrauchbar; steigert man bei derselben Beschickung die Temperatur (heissgaarer Ofengang), so wächst noch der Siliciumgehalt und der Kohlenstoffgehalt nimmt ab (Analyse h). Phosphor und Silicium ertheilen dem Roheisen eine lichtere bläuliche, Schwefel eine schmutzig dunklere Nuance und bei Abnahme des Kohlenstoffes kommt Stahlfarbe zum Vorschein. Aus schwefelhaltigen Erzen oder bei schwefelhaltigen Cokes kann bei durch Kalkzuschläge strengflüssiger gemachter Beschickung reineres zum Frischen verwendbares Graueisen erblasen werden, wenn Weisseisen aus denselben Erzen nicht mehr dazu taugt.

Analysen.[2])

	C	Cu	Graphit	Si	S	P	Mn	Ni, Co
a.	3.864	Spr.	0.096	0.348	0.083	0.034	0 110	—
b.	3.359	0.108	0.770	0.154	0.082	0.025	0.027	—
c.	2.840	—	—	1.210	0.460	0.640	0.140	0.03
d.	2.370	—	—	1.090	0.730	0.760	0.220	—
e.	2.250	—	—	1.140	0.770	0.820	0 170	—
f.	2.100	—	—	0.910	0.080	1.820	0.220	—
g.	1.514	0.064	1.040	0.246	0.052	0.181	3.722	—
h.	1.440	—	—	4.100	0.300	2.300	—	—
i.	1.170	—	—	0.133	0.101	2.895	2.144	—
k.	1.159	0.173	0.940	0.569	0.001	0.055	0.173	—
l.	0 788	—	—	0.400	0.312	1.434	—	—
m.	2.820	—	—	0.334	0.000	0.986	—	—
n.	3.250	—	—	0.960	0.086	0.180	3.150	—
o.	2.830	Spr.	—	0.520	0.085	0.184	2.670	—
p.	2 400	Spr.	—	0 800	0.700	1.500	0.200	—

1) B. u. h. Ztg. 1863, S. 280. 2) B. u. h. Ztg. 1864, S. 282, 322; 1865, S. 401, 420; 1866, S. 238; 1869, S. 425; 1871, S. 170.

a. Bogschan im Banat. b. Reschitza. c. Dowlais. d. Bestes Frischroheisen, in Sand gegossen. e. Desgl., in Coquillen gegossen. f. Luxemburg. g. Mägdesprung. h. Firmy, von heissgaarem Gange. i. Ilseder Hütte. k. Dognacska im Banat. l. Clevelandeisen. m. Freisenburger Hütte (Neuschottland), von ausgezeichnet gestrickter Form, nach Rammelsberg[1]) das erste Beispiel eines Weisseisens in regulärer Gestalt. n. und o. Schwechat. p. Südwales, im grossen Durchschnitt.

4. Weisses Roheisen vom Rohgang (dickgrelles Eisen). Gelangt bei Rohgang, d. h. unvollständiger Reduction des Eisenoxydes im Erze in Folge zu niedriger Temperatur, zu schwerreducirbarer und zu leichtschmelziger Beschickung u. s. w., noch oxydirtes Eisen in den Schmelzraum, so wird bereits gekohltes Eisen hier von ersterem oxydirt, es entsteht kohleärmeres dickflüssiges Roheisen, zuweilen reich an Silicium, Schwefel und Phosphor, weil dasselbe bei der schwächeren Kohlung zur Aufnahme dieser Stoffe geneigter wird. Dasselbe fliesst röthlich und zähe, ohne Flammen- und Rauchbildung mit starkem Funkensprühen (S. 35), starker Narbenbildung (S. 36) und Entstehung von Senklöchern (S. 35) nach dem Erstarren, bei drüsiger convexer Oberfläche und matterem Glanze als Gaareisen. Weisseisen vom Rohgange.

Solches Eisen erzeugt sich meist nur bei abnormem Gange des Ofens vorübergehend und eignet sich bei einem grösseren Schwefel- und Phosphorgehalt nicht zum Frischen, indem dasselbe so rasch in Schmiedeeisen übergeht, dass zur Abscheidung der fremden Bestandtheile nicht hinreichend Zeit bleibt. Seltener stellt man ein solches Product absichtlich aus schwerreducirbaren und leichtschmelzigen Materialien (Eisenfrisch-, Schweissofen- und Zerrennschlacken)[2]), behuf Erzeugung von Schiffsballasteisen oder ordinärem Puddeleisen dar.[3]) Bei mässigem Zusatze solcher Silicate zur Eisenerzbeschickung lassen sich aber taugliche Giesserei- und Frischmaterialien erzeugen und nach Lang-Frey's Verfahren verschmolzen, selbst Spiegeleisen (S. 42). Selten wird kohlenstoffarmes Eisen durch Glühen in Kohlenwasserstoff entwickelnden Substanzen (z. B. Oelkuchen) kohlenstoffreicher gemacht. Anwendung.

Analysen.[4])

	Geb. C	Graph.	Si	S	P	Mn	Cu
a.	2.700	—	0.100	—	—	—	—
b.	2.520	0.500	0.330	Spr.	0.400	3.270	0.110
c.	2.240	1.960	2.07	0.116	0.201	—	—
d.	1.880	0.709	0.515	0.168	0.183	1.640	—

a. Liezen in Obersteiermark. b Mägdesprung. c. Königshütte am Harz. d. Horovitz in Böhmen.

4. Abgeschrecktes Weisseisen (S. 5). Graues Roheisen nimmt bei plötzlicher Abkühlung strahliges Gefüge und weissgraue bis silberweisse Farbe an, je nachdem ersteres bei höherer oder niedrigerer Temperatur erblasen war. Am geneigtesten zum Abschrecken ist bei niedrigerer Temperatur aus leichtreducirbaren und leichtschmelzigen Erzen (jüngere Brauneisensteine, Rasenerze, Bohnerze, Minette u. s. w.) erblasenes hellgraues oder halbirtes Roheisen. Abgeschrecktes Weisseisen.

Bei dem Abschrecken findet entweder nur eine Veränderung der Lage der Moleküle oder eine theilweise Umänderung des Graphites in chemisch gebundenen Kohlenstoff statt.[5]) Das abgeschreckte Eisen, welches alle Unreinigkeiten des Graueisens enthält, geht nicht so plötzlich in den flüssigen Zustand über, als das

1) B. u. h. Ztg. 1872, S. 252. 2) B. u. h. Ztg. 1865, S. 81. 3) B. u. h. Ztg. 1862, S. 413; 1864, S. 198. Kerpely, Fortschr. 3, 109. Allgem. B. u. h. Ztg. 1863, S. 156. 4) Kerl, Met. 1, 770. B. u. h. Ztg. 1871, S. 170. 5) Kerl, Met. 1, 20. B. u. h. Ztg. 1848, No. 1 u. S. 521; 1853, No. 8.

graue, und unterscheidet sich von den natürlichen weissen Roheisensorten durch seine grosse, die des Stahles übertreffende Härte und Sprödigkeit, Abscheidung von etwas Graphit beim Auflösen in Säuren und Wiedergrauwerden beim nochmaligen Umschmelzen und langsamen Erkalten. Schon beim Glühen in schlechten Wärmeleitern (Tempern) geht das strahlige Gefüge in ein krystallinisch körniges über und die Farbe wird unter Abscheidung von Graphit grau. Das Volum des abgeschreckten Eisens verkleinert sich gegen das ursprüngliche Graueisen um 5—5.6 Proc.

Anwendung. Das Product erzeugt sich entweder zufällig bei plötzlichem Sinken der Temperatur im Schmelzherde, oder graues Roheisen wird absichtlich durch und durch abgeschreckt (Scheibenreissen unter Begiessen mit Wasser, behufs Darstellung von leichter frischendem Weisseisen) oder nur oberflächlich, indem man das Graueisen in eiserne Coquillen giesst (Hartguss für Zwecke des Eisenbahnbaues, des Kriegswesens, des Walzhüttenbetriebes; Gänzeguss für das Frischen; durch Erhitzen und theilweises Abkühlen lassen sich Gussringe und sonstige Gussstücke verkleinern).[1])

Analysen.

	Geb. C.	Graph.	Si	S	P	Mn
a.	3.600	—	0.660	—	—	—
b.	1.723	0.850	3.972	0.355	0,732	0.216
c.	1.480	1.100	3.984	0.375	0 731	0.234
d.	—	2 260	2.780	—	0.640	0.220
e.	—	0.580	2.800	—	0.660	0.210

a. Joachimsthal. b. und c. Dowlais, resp. äusserer Rand und Kern.[2]) d. und e. Rothehütte am Oberharz, weisser Kern mit grauem Saum, wahrscheinlich nur durch Temperaturdifferenzen physikalisch verschiedene zwei Eisensorten, welche sich in der Form nicht gemischt haben. Auch im Ofenherd können sich getrennte Eisensorten finden.[3])

---

2. Abschnitt.

Schmelzmaterialien.

Umfang. **8. Allgemeines.** Zu den Schmelzmaterialien gehören natürliche und künstliche eisenhaltige Substanzen, Zuschläge und Brennmaterialien.

1. Capitel. Eisenhaltiges Schmelzgut.

Materialien. **9. Classification.** Zur Roheisendarstellung verwendet man theils natürliche eisenhaltige Substanzen (Eisenerze), theils Kunstproducte (Herdfrisch-, Puddel- und Schweissofenschlacken, Rückstände von der Schwefelkiesröstung, Eisenabfälle u. s. w.).

Man führt die Erze, namentlich hochhaltige, meist den Kohlenlagern zu, wenn beide in grossen Entfernungen liegen, sonst hüttet man auch halben Wegs zwischen Erzen und Kohlen (Innerberger Gesellschaft[4]) zu Schwechat.)

Die Ausdehnung der Communicationsmittel, sowie die hohen Roheisenpreise und die Frage nach Qualitätseisen in den letzten Jahren haben den Handel mit Qualitätseisensteinen sehr in Aufschwung gebracht und besonders beziehen die Steinkohlenreviere von Wales, Schottland, Creusot, St. Etienne, Lüttich, der

1) Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 17, 297; 18, 509. 2) B. u. h. Ztg. 1871, S. 288. 3) B. u. h. Ztg. 1874, S. 399. 4) B. u. h. Ztg. 1870, S. 15; 1872, S. 200.

Ruhr, Oberschlesien, Ostrau u. s. w. fremde Erze oft auf grosse Entfernungen (aus Algier, Nordspanien, Elba, Ungarn, Nassau, Siegen u. s. w.).

Schmelzwürdigkeit.

Hinsichtlich der ökonomischen Nutzbarkeit dieser Substanzen zur Eisengewinnung [1]) kommen bei Erzen hauptsächlich in Rücksicht die Grösse der Ablagerung, die Anwesenheit schädlicher Beimengungen (Schwefelkiese sind keine Eisenerze), die Leichtigkeit der Gewinnung, Transport- und Zollverhältnisse, Eisenpreise u. s. w.; bei Kunstproducten, welche meist nur gemeinschaftlich mit Erzen verschmolzen werden, deren Reinheit, Transportverhältnisse u. A. Auf das ökonomische Resultat, die Beschaffenheit des Productes oder die Grösse der Production sind noch von Einfluss:

a. Der Eisengehalt, gewöhnlich zwischen 30—40, zuweilen bis 70 Proc.; unter 15—20 Proc. hört die Schmelzwürdigkeit meist auf.

Unter Umständen kann bei günstigem Erdenverhältniss und grösserer Reinheit ein ärmerer Stein schmelzwürdiger sein, als ein reicherer.

b. Der Oxydationszustand des Eisens und die Reducirbarkeit der Erze. Eisenoxyd wird leichter durch Kohlenoxydgas zu Eisen reducirt, als Oxydul, letzteres ist erst bei höherer Temperatur und meist mit Hilfe von festem Kohlenstoff reducirbar. Man sucht deshalb durch Röstung Oxydul in Oxyd überzuführen. Am schwierigsten reduciren sich vor der Reduction schon schmelzende Eisensilicate, grossentheils nur durch festen Kohlenstoff oder den Kohlenstoff des Roheisens reducirbar und in Folge dessen leicht weisses, mattes, unreines, kohlenstoffarmes Eisen liefernd (S. 45)

Die Reductions-[2]) und damit im Zusammenhang die Kohlungsfähigkeit wird noch beeinflusst durch Aggregatzustand (dichter Magneteisenstein, gerösteter lockerer Braun- und Spatheisenstein) und Korngrösse (mulmige oder stark zerkleinte Erze und Stückerze.) Auf dem ungarischen Eisenwerke Rojahida[3]) hat man bei pulverförmigen Rasen- und Brauneisenerzen ohne Aenderung der Ofenhöhe diejenige der Schmelzsäule durch einen passenden Chargirapparat verkürzt.

c. Fremde Beimengungen der Qualität und Quantität nach, welche entweder einen günstigen (Titan, Mangan) oder ungünstigen Einfluss (Schwefel, Phosphor u. s. w.) auf das Schmelzproduct oder auf den Schmelzgang ausüben, von welchem wieder der Aufwand an Brennmaterial, die Beschaffenheit des Roheisens u. A. abhängen. Seltener kommen von Erden ganz freie (schlackenlose) Erze vor (Schweden, Elba, Missouri u. s. w.), meist enthalten sie schlackengebende Bestandtheile, welche entweder schon für sich eine gute Schlacke bilden (Granat, Augit, Hornblende, Grünstein, Chlorit, Feldspath, thoniger Kalk u. s. w.), sog. selbst- oder eingehende Erze (Schweden mit 50—52 Proc. Eisen[4]), Steiermark u. s. w.) oder es waltet der eine oder andere Bestandtheil (Quarz, Kalk, Thon, Manganoxydul) vor und es bedarf eines Zuschlages zur Herstellung der richtigen Schlackenqualität.

1) Werthbestimmung der Erze: Schles. Wochenschr. 1859, S. 331. B. u. h. Ztg. 1862, S. 165, 168; 1865, S. 13. Preuss. Ztschr. 13, 31. Britton, abweichende Zusammensetzung der Erze und Zuschläge und deren Einflüsse auf den Ofengang: Engin. and min. J., New-York 1874, Vol. 27. No. 25. 2) B. u. h. Ztg. 1865, S. 244. 3) Rittinger's (Jarolimek's) Erfahr. 1872, S. 12. 4) Preuss. Ztschr. 14, 143.



Es geben im Allgemeinen:[1])

α) leicht reducirbare und leicht schmelzbare manganhaltige Erze in niedriger Temperatur des Schmelzraumes weisses kohlereiches Eisen (Spatheisensteine, Sphärosiderite) oder in höherer Temperatur bei basischer Beschickung graues, zum Weisswerden geneigtes Eisen (jüngere Brauneisensteine, Rasenerze, Minette, Bohnerze u. s. w., je nach der Temperatur und Schmelzbarkeit der Beschickung weisses oder graues Eisen);

β) leicht reducirbare und schwer schmelzbare Erze (Roth- und ältere Brauneisensteine) graphitreiches graues Roheisen (Harzer und Nassauisches Holzkohlen- und englisches Hämatitroheisen);

γ) schwer reducirbare und schwerschmelzige Erze (Magneteisenerze) graues Roheisen mit geringerem Gesammtkohlenstoff als β), dagegen grossem Gehalt an reinem körnig krystallinischen Eisen (schwedisches Roheisen);

δ) schwer reducirbare und leichtschmelzige Erze (Eisensilicate, Schlacken vom Frischen, Schweissen und Zerrennen) weisses kohlearmes Eisen

Durch passendes Vermengen (Gattiren) dieser Erzsorten lässt sich die Qualität des zu erzeugenden Roheisens nuanciren.

A. Charakteristik der Eisenerze und Kunstproducte.

Entstehung.

10. Eisenerzbildung. Die Entstehung der Eisenerze leitet Volger[2]) aus unter hohem Druck in kohlensaurem Wasser gelöstem Sesquioxyd des Eisens ab. Dasselbe setzt sich bei nachlassendem Drucke in den Felsspalten als reiner Spatheisenstein[3]) ab (Siegen, Steiermark u. s. w.), beim Zusammentreffen der Carbonatlösung mit organischen Körpern als unreiner Spatheisenstein, und zwar in der Nähe von Pflanzen als Kohleneisenstein (Blackland), von aus thierischen Resten gebildeten Versteinerungen (Jura- oder Oolitheisenstein, Clevelanderze), seltener und eisenärmer in jüngeren Formationen. Durch Austreiben von Kohlensäure aus dem Spatheisenstein durch nachdringendes Wasser und Oxydation des Eisenoxyduls entsteht Brauneisenstein, und zwar entweder an Ort und Stelle (reinere Brauneisensteine im steyrischen Erzberg, in Schmalkalden, in Thüringen, in den Karpathen u. s. w. zur Darstellung von sehr gutartigem grauen, weichen, zähen Giessereiroheisen geeignet, wie Sayner Kanoneneisen, Gusseisen von Mariazell), oder der Brauneisenstein ist vom Ursprungsort weg transportirt und unreiner, namentlich reicher an Sand, Staub und Phosphorsäure (Minette, Karpathenerz, weiche Brauneisensteine von Ibbenbühren, oberschlesisches mildes Erz), häufig in losen Stücken vorkommend (Bohnerze oder Eisenoolithe aus den mittleren Formationen, z. B. des Juras, welche noch brauchbares Giesserei- und selbst Frischroheisen liefern) und in den jüngsten Formationen am stärksten namentlich mit Phosphorsäure und Sand verunreinigt (Raseneisensteine, Limonite, Wiesen-, Sumpf-, Morasterze). Solche Gebilde können auch entstehen durch Auflösung des Eisenoxydes aus Gebirgsarten durch kohlensäurehaltiges Wasser oder organische Säuren und Abscheidung daraus (schwedische und finnländische Seeerze, Bruchberg auf dem Oberharz) und geben dünnflüssiges, hellgraues, silicium- und phosphorreiches Giessereiroheisen (milde Brauneisen-

1) B. u. h. Ztg. 1874, S. 19. Kerpely, Fortschr. 3, 93. 2) B. u. h. Ztg. 1866, S. 283. Theorien von Atwood, Smyth und Hunt in B. u. h. Ztg. 1868, S. 241. Kerpely, Fortschr. 2, 28; 7, 35. 3) Preuss. Ztschr. 13, 13.

steine der oberschlesischen Trias), bei einem Mangangehalt auch Weisseisen (Donnersmark- und Redenhütte in Oberschlesien.) Durch Wasserverlust des älteren und mittleren Brauneisensteines (nicht der jüngeren Bohnerze und Raseneisensteine) entsteht Hämatit in der krystallisirten Modification des Eisenglanzes (meist sehr rein, z. B. von Elba), des amorphen Rotheisensteines und des Zwischengliedes der Glasköpfe, letztere beiden sehr geeignet zur Darstellung eines dunkelgrauen, festen, reinen Eisens, namentlich zum Bessemern (Nassau, Siegen, Harz, Böhmen u. s. w.), wenn nicht zu stark verunreinigt durch Schwefelmetalle.

Magneteisenstein, beim Erhitzen von Spatheisenstein oder durch Einwirkung von Eisencarbonat auf bereits abgesetzte Massen von Eisenoxyd entstanden, enthält häufig Schwefelmetalle, ist sonst aber auch rein und wohl ohne Schlackenbilder (Ural, Schweden für ausgezeichnetes graues und halbirtes Giessereiroheisen), als selbstgehendes Erz bei kaltem Wind zu Frischroheisen (Danemoraeisen für Cementstahl), manganhaltig zu Spiegeleisen (Schisshyttan in Schweden) und quarzreich zu siliciumreicherem, weniger festen halbirten Giessereiroheisen zu benutzen (Ungarn, Deutschland).

11. Vorkommen und Eigenschaften der Eisenerze. Folgende Fossilien dienen als Eisenerze: [1]) Erzsorten.

1. Magneteisenstein $\dot{Fe}\dddot{Fe} = Fe_3 O_4$ mit 72.41 Proc. Fe. Magneteisenstein.
Krystallisirt, körnig-krystallinisch eingesprengt, sandig, meist derb und in mächtigen Lagerstöcken im älteren krystallinischen Massen- und Schiefergebirge, seltener auf Gängen. Eisenschwarz mit schwarzem Striche, meist magnetisch, oft polarmagnetisch, sehr schwer schmelzbar, in Salzsäure löslich. Giebt bei vollständiger Oxydation 103.45 Eisenoxyd, in reducirender Atmosphäre 96,55 Proc. $Fe_6 O_7$.[2])

Aehnliche Mineralien sind: Franklinit, welcher bei braunem Strich mit Salzsäure Chlor entwickelt und vor dem Löthrohr auf Zink und Mangan reagirt, nicht magnetisch; Chromeisen giebt eine smaragdgrüne Boraxperle, Eisenglanz rothen Strich, Braunit violette Boraxperle, Titaneisen mit Phosphorsalz im Reductionsfeuer ein blutrothes Glas, Fahlerz und Wolfram schmelzen leichter. Als Beimengungen treten auf: Granat, Hornblende, Chlorit, Quarz, Kalkspath, Apatit, Schwefel- und Arsenmetalle u. s. w., welche den Eisengehalt, die Schmelzbarkeit und Eisenqualität wesentlich bedingen (S. 47.) Schwer reducirbar wegen Dichtigkeit und Eisenoxydulgehaltes; schwierig zu rösten wegen leichter Sinterung, im Allgemeinen von allen Eisenerzen mit dem geringsten Phosphorsäuregehalt. Vorkommen[3]) hauptsächlich im Norden (Schweden, Norwegen, Finnland, Lappland,

1) Vorkommen: Percy-Wedding's Eisenhüttenkunde 1, 269. v. Dechen, die nutzbaren Mineralien und Gebirgsarten im deutschen Reich 1873. v. Cotta's Erzlagerstätten Bd. 1, S. 24, 38. Kerpely's Fortschr. Eisenerze auf der Wiener Ausstellung: Kerpely, Ausst.-Ber., Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 18, 399; B. u. h. Ztg. 1874, S. 368. Kerpely, Eisenhüttenwesen Ungarn's 1872; Kärnthn. Ztschr. 1875, S. 14. Schauenstein's Denkbuch des österr. Berg- und Hüttenwesens, Wien 1873, S. 169, 201 (Böhmen, Mähren, Schlesien, Alpenländer). 2) Analysen roher und gerösteter Erze: Kerpely, Fortschr. 5, 38. 3) Schweden: Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 18, 32. Kerpely, Fortschr. 7, 6. B. u. h. Ztg. 1847, S. 96; 1857, S. 361, 366, 373; 1863, S. 111; 1866, S. 255; 1867, S. 16; 1872, S. 114, 416; 1873, S. 107, 213. Tunner, das schwed. Eisenhüttenwesen 1858, S. 11. Åkerman, Eisenfabrik. in Schweden 1873, S. 9. Strippelmann, Eisenerzlagerst. Schwedens 1873. Kerpely, Eisen auf d. Wien. Ausst. 1873, S. 116. Norwegen: Cotta's Erzlagerst. 2, 518. B. u. h. Ztg. 71, 193, 210. Kärnthen: Kerpely, Ausst.-Ber. S. 74. Südrussland: Strippelmann, Südrusslands Magneteisenstein- u. Eisenglanzlagerstätten 1873, S. 23. Ural: Tunner, Russl. Montan-Industr. 1871, S. 46. Banat: Kerpely, Ausst.-Ber. S. 88. B. u. h. Ztg. 1865, Nr. 29. Schlesien: Berggeist 1860, S. 442. Preuss. Ztschr. 1, 198. B. u. h. Ztg. 1871, S. 306. Piemont: B. u. h. Ztg. 1862, S. 101. England: B. u. h. Ztg. 1862, S. 355; 1868, S. 239. Algier: Kerpely, Ausst.-Ber. S. 104, 135. B. u. h. Ztg. 1873, S. 100. Nordamerika: B. u. h. Ztg. 1866, S. 16; 1874, S. 159 (thonerdereich), 248.

Südrussland, Ural), Nordamerika, Algier (Moktaerz), Ungarn, Sachsen u. A. Schwedische Erze mit 30—70 Proc., gewöhnlich 45—50 Proc. Eisen, enthalten gewöhnlich 0.005—0.05 Proc. Phosphor (von Apatit herrührend) und dienen zur Darstellung von Cementstahleisen, phosphorreichere bis 0.1 Proc. zu Manufactureisen; solche mit 12—30 Manganoxydul (Schisshyttan, Penning- und Haggrube) zu Spiegeleisen; ein Schwefelgehalt wird durch sorgfältige Röstung meist beinahe vollständig entfernt. Moktaerze aus Algier enthalten 48—65 Eisen, 0.2—0.8 höchstens 12 Mangan, 0.029—0.070 Phosphorsäure (0.013—0.031 Phosphor), 0.024—0.070 Kupfer und keinen Schwefel; serbische Magneteisensteine 0.025 Phosphor und 0.072 Kupfer.

Titaneisen. An den Magneteisenstein schliessen sich an:

a. Titaneisenstein[1]) (S. 23) $\dot{Fe}(\dot{Mn}, \dot{Mg}) \ddot{Ti} + x \dddot{\overline{Fe}} = Fe (Mn, Mg) Ti O_3 + x Fe_2 O_3$, $x = 0 - 5$. Eisenschwarz mit schwarzem Strich, unschmelzbar und mittelst Phosphorsalzes zu erkennen; in krystallinischen Silicatgesteinen, in Drusen und als Gemengtheil vulkanischer Gesteine (Neuseeland, Nordcarolina, Avellino bei Neapel, Schweden).

Wird in Luppenfeuern auf Eisen verarbeitet und anderen Eisenerzen zugeschlagen. Schwer reducirbar und schwer schmelzbar (S. 23.) Taberger Erz enthält an 6 Proc. Titansäure.

Chromeisen. b. Chromeisenstein $\dot{Fe} \dddot{\overline{Cr}} = Fe Cr_2 O_4$. Eisen- und pechschwarz, Strich braun, unschmelzbar und mit Borax Chromreaction (Norwegen, Schweden, Schottland, Frankreich, Schlesien, Banat u. s. w.)[2])

Zuweilen in andere Eisenerze eingemengt und damit verschmolzen (S. 23.).

Franklinit. c. Franklinit $(\dot{Fe}, \dot{Zn})_3 (\dddot{\overline{Fe}}, \dddot{\overline{Mn}}) = (Fe, Zn)_3 (Fe, Mn)_2 O_6$ mit durchschnittlich 64.3 $Fe_2 O_3$ (45.2 Fe), 13.3 $Mn_2 O_3$ (9.4 Mn) und 25.3 Zn O (20.3 Zn). Krystallisirt, derb, eisenschwarz, Strich braun, auf Kohle mit Soda Zinkbeschlag, mit Soda und Salpeter Manganreaction, mit Salzsäure Chlor entwickelnd.

In New-Jersey[3]) zur Darstellung von Zinkweiss, weissem und Spiegeleisen benutzt, welches letztere wegen Phosphorgehaltes sich zum Bessemern als Zusatz nicht wohl eignet.

Hämatit. 2. Hämatit, $\dddot{\overline{Fe}}$ oder $Fe_2 O_3$ mit 70 Proc. Fe.

Ist durch den rothen Strich, das Schwarz- und Magnetischwerden vor dem Löthrohr und langsame Löslichkeit in Salpetersäure meist leicht von ähnlichen Mineralien zu unterscheiden, namentlich von Magneteisen (schwarzer Strich), Chromeisen (brauner Strich, fast unlöslich in Säuren), Wolfram (schmelzbar, gelber Rückstand beim Lösen in Salzsäure), Fahlerz (schmelzbar), Braunit (Strich schwarz), Rothkupfererz (mit blauer Farbe löslich und schmelzbar), Rothgültigerz (leicht schmelzbar), braunem Glaskopf (gelblich brauner Strich), fasrigem Spatheisenstein (mit Säuren erwärmt brausend). Es kommen auch manganhaltige Hämatite vor.

Man unterscheidet nach genetischen Zuständen:

Eisenglanz. a. Eisenglanz, krystallisirt, rhomboëdrisch, auch in blättrigen, körnigen, schuppigen (Eisenglimmer) und fasrigen Massen, metallisch glänzend, bräunlich schwarzer bis kirschrother Strich. Hauptsächlich

1) Taranacki: B. u. h. Ztg. 1862, S. 118, 191, 375, 412; Nordcarolina: das. 1871, S. 231. Norwegen: das. 1866, S. 396; 1872, S. 371, 417. Dingl. 191, 220. Schweden: Åkerman, Eisenfabrik. in Schweden 1873, S. 13. Verarbeitung in Luppenfeuern, Berggeist 1871, No. 27.
2) Oest. Ztschr. 1872, S. 342. 3) B. u. h. Ztg. 1860, S. 37, 463; 18[illegible], S. 29; 1870, S. 82.

im Glimmerschiefer der Alpen, im krystallinischen Kalk der Pyre-
im Norden (Schweden[1]), Lappland, Südrussland[2])), dann Insel Elba[3]), Siegen, Nordcarolina[4]), Sardinien, Missouri[5]) (Iron mountain und Pilot Knop) u. s. w.

Gewöhnlich reiner als Magneteisenstein und bei meist fehlendem Mangangehalte und schwieriger Reducirbarkeit wegen grosser Dichtigkeit ein graues, zähes Eisen gebend. Beim Rösten in reducirender Atmosphäre in 93.33 Fe_6O_7 übergehend.

Elbaer Eisenglanz enthält 58—60 Proc. Fe, 0.019 Proc. Phosphorsäure (0.008 Phosphor) und 0.17 Proc. Schwefel, mit Quarz, Brauneisenerz und Psilomelan im Glimmerschiefer vorkommend. Unermessliche Schätze von 55—67 procentigem Erz birgt Missouri.

Glaskopf.

b. Rother Glaskopf (Blutstein) in kugeligen oder nierenförmigen Absonderungen mit strahliger Textur (besonders in Cumberland, Oberharz, Nassau u. s. w.).

Rotheisenstein.

c. Rotheisenstein[6]), derb, seltener mulmig und in Körnern (oolithischer Rotheisenstein, rother Roggeneisenstein), stahlgrau, kirsch- bis blutroth; Strich blutroth. Auf Gängen und Lagern in den ältesten Gesteinen aufwärts bis zur Kohlenkalkformation, häufig gebunden an Grün-, Schal- und Kalkstein in England (Cumberland, Nord-Lancashire), Böhmen, Belgien, auf Elba, Algier, Nordamerika (Missouri mit Eisenglanz im Porphyr, in Michigan), in Deutschland an vielen Orten (Nassau, Oberharz, Thüringen, Eifel u. s. w.).

Weniger dicht als Eisenglanz, aber meist unreiner (Schwefelkies, Schwerspath u. s. w.), dagegen häufig reiner, als Magneteisenstein; je nach den Beimengungen (Quarz, Kalk, Thon, Chlorit, Eisenkiesel, Hornblende, Feldspath, Jaspis u. s. w.) leicht- oder schwerschmelzig und mehr oder weniger leicht zu reduciren, meist weiches, zähes, graues, zur Giesserei und zum Frischen gleich geeignetes Eisen liefernd (englisches Hämatitroheisen[7]) zum Bessemern), bei einem Mangangehalt auch weisses Eisen gebend (Ulverstone).

Englische Rotheisensteine: kalkige von Cumberland, Lancashire, Forest of Dean mit 40—47, kieselige von Ulverstone mit 41—57, aus Sommersetshire mit 59, aus Cornwall und Devonshire mit 39—60 Proc., nassausche Rotheisensteine mit 44 Proc., Erze aus Algier mit 60—65 Proc. Eisen.

Brauneisenstein.

3. Brauneisenstein[8]), Eisenoxydhydrate mit variablem Wassergehalt je nach dem Alter, selten krystallisirt als Pyrrhosiderit $\ddot{\bar{F}}e + \dot{H} = FeHO_2$ mit 62.9 Fe (mit seinen Varietäten Rubinglimmer, Göthit, Nadeleisenstein, Lepidokrokit).

Aeltere Brauneisensteine.

a. Aeltere Brauneisensteine, häufig $\ddot{\bar{F}}e_2\dot{H}_3 = Fe_4H_6O_9$ mit 85.56 Fe_2O_3 oder 59.89 Fe, braun ins Schwarze, Strich gelblich braun bis ochergelb, krystallinisch fasrig (brauner Glaskopf, namentlich in älteren Formationen, z. B. im Devon des Siegerlandes,

1) Åkerman c. l. S. 9. B. u. h. Ztg. 1866, S. 21. 2) Strippelmann c. l. S. 29. 3) B. u. h. Ztg. 1845, S. 9; 1861, S. 213; 1863, S. 155. 4) B. u. h. Ztg. 1857, S. 242. 5) B. u. h. Ztg. 1869, S. 357; 1871, S. 82. Kerpely, Fortschr. 7, 7. A. Schmidt, Missouri Iron Ores. Jefferson City 1874 (B. u. h. Ztg. 1875). 6) England: B. u. h. Ztg. 1854, S. 264; 1862, S. 61, 354; 1868, S. 240; 1872, S. 19. Rev. univers. 1874, Tom. 36, p. 329. Vergleichung englischer und amerikanischer Erze: B. u. h. Ztg. 1872, S. 460. Knut-Styffe, Paris. Ausst.-Ber. 1868, S. 4. Nassau: Kerpely, Ausst.-Ber. 1873, S. 104. Oberharz: B. u. h. Ztg. 1868, S. 397, 423; 1872, S. 277. Böhmen: Oest. Jahrb. 17, 216. Ungarn: Berggeist 1870, S. 337; Kärnthn. Ztschr. 1875, S. 18. Siegen: Berggeist 1870, S. 601. 7) B. u. h. Ztg. 1867, S. 204, 437. 8) Kerpely, Ausst.-Ber. 1873. England: B. u. h. Ztg. 1854, S. 277; 1862, S. 62, 354, 413; 1868, S. 240. Spanien: desgl. 1873, S. 100, 183, 357. Oberschlesien: B. u. h. Ztg. 1861, S. 354; 1862, S. 76; 1873, S. 314. Frankreich: B. u. h. Ztg. 1867, S. 193. Büchenberg (Oberharz): Preuss. Ztschr. 16, 200. Ungarn: Berggeist 1870, S. 337. Siegen: Berggeist 1870, S. 601.

näen u. s. w.), selten schlackig (Stilpnosiderit), meist derb (gemeiner Brauneisenstein im Devon des Siegerlandes und Nassau's; im Zechstein Thüringens und des Hüggels bei Osnabrück für die Georg Marienhütte; in Steiermark, Kärnthen und England; im Silur Böhmens; in der senonischen Kreideformation von Adenstedt phosphorithaltig, für die Ilseder Hütte; auf Gängen im krystallinischen Gestein und Silur der Pyrenäen u. s. w.); erdig und ochrig (mulmiger Brauneisenstein in Oberschlesien auf dem Muschelkalk, arm und strengflüssig wegen Beimengung von Sand und Letten; zu Stolberg bei Aachen im Devon und Kohlenkalk u. s. w.); häufig im Gemenge mit Thon (Thoneisenstein) und zwar zuweilen in Schalen (Schaleneisenstein, Eisenniere), meist aber in Form von grösseren und kleineren Kugeln und Körnern (Bohn-, Linsen-, Oolith-, Roggenerz im braunen Jura des fränkischen Jura[1]) und der Rauhen Alp, im oberen Lias Luxemburgs als Minette[2]), im Jura, in der Kreide und im Tertiär Frankreichs, namentlich in der Champagne, Bourgogne, Franche Comté).

Die Brauneisensteine sind leicht reducir- und kohlbar und liefern je nach der Ab- oder Anwesenheit von Mangan (Wad, Schwarzeisenstein) ausgezeichnetes Grau- und Weisseisen, wenn schädliche Bestandtheile (seltener Phosphorverbindungen und Sulfate, als Schwefelmetalle von Eisen, Blei, Zink, auch Galmei) fehlen. Die reinsten Sorten eignen sich für directe Bearbeitung in Rennfeuern[3]) auf Eisen und Stahl (Pyrenäen, nördliches Spanien[4]) u. s. w.). In reducirender Atmosphäre geröstet, gehen die 85.6 Proc. $Fe_2 O_3$ in 79.9 Proc. $Fe_6 O_7$ über. Die Luxemburgsche Minette — Eisenoxydhydrat, mehr oder weniger vermengt mit kieselsaurem und kohlensaurem Eisenoxydul, Thon, Mergel oder Kalk — ist bald kalkreich (graue M.), bald thon- und kieselreich (rothe M.), Thon und Kieselsäure jedoch vorwaltend, häufig selbstgehend, mit durchschnittlich 33 Proc. Eisen und durch organische Ueberreste häufig stark phosphorhaltig, mit 0.6—0.8—1.5 Proc. Phosphor im Erz und mit 1.3—1.75—2 Proc. im Roheisen, welches ordinäres Frischroheisen giebt (Esch), aber durch reine manganhaltige Erze, z. B. Nassauische, zu verbessern ist (Fabrication von Blech und Draht zur Dillinger Hütte und zu Ars s. Mos. bei Karcher und Westermann; Darstellung von Phosphor und Mangan enthaltendem Weisseisen bei Lüttich, aus welchem gutes Feinkornpuddeleisen erfolgt.)[5])

Jüngere Braun-eisensteine.

b. Jüngere Brauneisensteine (Gelbeisensteine), häufig $\dddot{Fe} \dot{H}_2 = Fe_2 H_4 O_5$, ochergelb mit ochergelbem Strich, als Begleiter des braunen Erzes oder in jüngeren Formationen selbstständige Ablagerungen bildend. Seltener rein, als:

Gelbeisen-steine.

α. Im Gemenge mit Thon (thonige Gelbeisensteine), bald derb und erdig, bald in losen Stücken (Bohn- und Linsenerz) oder durch Thon zusammengekittet, bald schalig kugelig, innen zuweilen hohl und mit losem Kern (Adler- oder Klappersteine).

Unreiner als Brauneisensteine und je nach dem Grade der Reinheit (von Schwefelmetallen des Eisens, Bleies und Zinkes, Schwerspath, Gyps, phosphorsaurem und arsensaurem Eisenoxyd) und der Schmelzbarkeit (Mangangehalt) Eisen von verschiedener Qualität gebend. Solche Erze finden sich im Jura des Harzrandes[6]), der Wesergegend, in Böhmen, Schlesien, Nassau, in England u. s. w., wobei die jüngeren Bohnerze in die älteren übergehen.

1) Ztschr. d. deutsch. geol. Ges. 1874. (Haniel.) 2) B. u. h. Ztg. 1872, S. 71, 301; 1873, S. 49; 1874, S. 291. Ztschr. f. österr. Eis.- u. Stahl-Ind. 1867, No. 11. Rev. univers. 1873, Tom. 34, p. 40. 3) Berggeist 1863, No. 64. 4) Span. Erze mit 40—50 Proc. Eisen sind im Vergleich zu algierischen (S. 50) reicher an Schwefel und Phosphor, aber auch an Mangan (20—30 Proc.): Ztschr. f. öster. Eisen- u. s. w. Industrie 1875, No. 1. 5) Ann. d. min. 1874, T. 6, p. 218. 6) Berggeist 1866, No. 1; Vanadingehalt: Böttger im Jahresber. d. physik. Ver. zu Frankfurt a./M. 1861/2, S. 70.

β. Limonit[1]) (Raseneisenstein, Sumpf-, Wiesen-, Morast-, Seeerz,[2]) Ortstein, Oehr), die jüngsten Gebilde, entstehen in Sand- und Haidegegenden, in Sümpfen und Torfmooren, auf dem Boden von Seen u. s. w., gelb, braun bis schwarz, traubig, knollig, schlackenartig oder derb, durch Phosphate, Sand, kohlensaure Erden, Thon, organische Substanzen mehr oder weniger verunreinigt, seltener durch Schwefelverbindungen. Limonite.

Bei nicht zu hohem Phosphorgehalt zu dünnflüssigem Giessereiroheisen nutzbar (S. 12), finden sie sich häufig in der norddeutschen Tiefebene, in Luxemburg, als Seeerze in Schweden und Finnland u. A. Ein grosses Hinderniss bei ihrer Verhüttung bildet oft die reichliche Beimengung von Sand.[3])

4. Spatheisenstein (Eisenspath, Stahlstein, Flinz, Pflinz)[4]) $\dot{Fe}\ddot{C} = Fe\,C\,O_3$ mit 62 Fe O oder 48.2 $\dot{Fe}$, mit mehr oder weniger isomorphem kohlensauren Manganoxydul (Steyersche bis 5.5, Siegener bis 12 Proc. Manganoxydul), kohlensaurer Kalk- und Talkerde; krystallisirt, krystallinisch, derb, nierenförmig, von fasriger Structur (Sphärosiderit), schuppig, körnig, dicht; weiss, gelblich, gelblich-braun, an der Luft unter Kohlensäureverlust sich höher oxydirend, und hinsichtlich Farbe, Glanz, Structur, Festigkeit und Schwere sich dann verändernd (Weiss-, Braun- und Blauerz; reifer und unreifer Spatheisenstein). Vorkommen auf häufig mächtigen Gängen und Lagern in krystallinischen und älteren Formationen bis zum Buntensandstein (im Devon des Siegerlandes, im Silur des Harzes, im Zechstein Thürigens, im Devon Steyermarks, in Kärnthen im Glimmerschiefer, in Devonshire im Devon, in Spanien u. s. w.); Körniger Spatheisenstein im Steinkohlengebirge (Hattingen in Westphalen) und in der Juraformation (Clevelanderz im mittleren Lias). Vor dem Löthrohr schmelzbar, schwarz und magnetisch werdend im Gegensatz zu den ähnlichen Kalk-, Magnesia- und Zinkcarbonaten; bei gewöhnlicher Röstung gehen die im Erze enthaltenen 62 Proc. Eisenoxydul in 64.33 $Fe_6\,O_7$, bei völliger Oxydation in 68.9 $Fe_2\,O_3$ über; kohlensaures Manganoxydul mit 61.74 Mn O verwandelt sich bei vollständiger Röstung in 66.38 $Mn_3\,O_4$. Eisenspath.

Im rohen Zustande, gewöhnlich mit 30–40 Proc. Eisen, schwer reducirbar, im verwitterten und gerösteten leicht reducirbar und kohlbar und bei einem grösseren Mangangehalt leichtschmelzig und bei Reinheit zur Spiegeleisen- und Weissstrahlbildung geneigt; bei Verunreinigung mit Schwefelmetallen von Kupfer, Eisen, Zink, Blei u. s. w. scharf zu rösten und auszulaugen[5]) oder mit Kalkzuschlägen auf graues Eisen zu verschmelzen; desgleichen auf solches bei Mangel an Manganoxydul und bedeutendem Quarzgehalt (Erze aus dem Karpathensandstein[6]) und englischen Mühlensandstein)[7]); zuweilen selbstgehend (Westphalen,[8])

1) B. u. h. Ztg. 1861, S. 348; 1862, S. 61, 355; 1873, S. 30. Berggeist 1863, S. 196. Senfft, Humus-, Torf- u. Limonitbildung 1862. 2) B. u. h. Ztg. 1865, S. 116; 1866, S. 72; 1871, S. 174. Tunner, Ber. über die Lond. Ausst. 1862, S. 20. 3) B. u. h. Ztg. 1863, S. 61. Hartmann, Fortschr. 1858, S. 96; 1862, S. 115. 4) Allgem. Vorkommen: Journ. of the Iron and Steel Inst. 1874, No. 1, p. 157. Steiermark: Münichsdorfer, Geschichte des Hüttenberger Erzberges, Klagenfurt 1870. Schauenstein, Denkbuch des österr. Berg- und Hüttenwesens. Wien 1873, S. 201. Oesterr. Jahrb. 22, 382 (Analysen). B. u. h. Ztg. 1864, S. 385; 1869, S. 119, 255; 1870, S. 11. Kerpely, Fortschr. 7, 37. Ders. Ausst.-Ber. 1873, S. 74. Seeland u. Brunner, die Producte des Bergbaues und Hüttenbetriebes auf der Grazer Ausstellung. Wien 1872. Siegen: B. u. h. Ztg. 1869, S. 254; 1872, S. 322. Berggeist 1870, S. 601. Cleveland: B. u. h. Ztg. 1862, S. 61; 1868, S. 240; 1872, S. 286; 1874, S. 240. Kerpely, Fortschr. 7, 1. Berggeist 1870, S. 223. Cornwallis: B. u. h. Ztg. 1862, S. 354; 1873, S. 224. Weardale: B. u. h. Ztg. 1862, S. 62; 1868, S. 241. Sommersetshire, Northumberland und Durham: desgl. 1862, S. 354. Harz: Kerpely, Fortschr. 3, 16. Tirol: B. u. h. Ztg. 1868, S. 98. 5) B. u. h. Ztg. 1870, S. 11; 1872, S. 364. 6) Oest. Ztschr. 1857, S. 273. B. u. h. Ztg. 1864, S. 336. 7) B. u. h. Ztg. 1862, S. 62. 8) Berggeist 1858, S. 65.



Steiermark[1])). Schwerspath ist durch Handscheidung zu beseitigen. Das körnige Erz mit 30—35 Proc. Eisen ist mit Thon und Quarz vermengt und häufig phosphorsäurereich. Die verhütteten steyrischen Weisserze enthalten selten 3—4 Proc. Magnesia und selten mehr als 2—3 Proc. Manganoxydul nebst einigen Procenten von anderen Beimengungen (Kalk, Schiefer, Quarz); ihr Gehalt beträgt bis 90 Proc. kohlensaures Eisenoxydul oder 40 Proc. Eisen im rohen und 50 Proc. und mehr im gerösteten Zustande. Als schädliche Beimengungen kommen in geringer Menge Schwefelkies, seltener Kupfer- und Arsenkies, an einigen Localitäten Fahlerz, Bleiglanz, Antimonerz u. s. w. vor. Je reiner das Erz, abgesehen von seinem Mangangehalt, desto leichter verwittert dasselbe, am schwierigsten die talkerdereicheren Spāthe (Rohwand). Phosphorgehalt in der Regel weniger als 0.01 Proc. Die Siegener[2]) Eisenspäthe enthalten durchschnittlich 37—38 Proc. Eisen, 7—9 Proc. Mangan, 1 Proc. Kalk, bis 5 Proc. Magnesia und bis 2 Proc. Thonerde. Die Clevelanderze enthalten 27—33 Proc., geröstet etwa 40 Proc. Eisen, sind schwefel- und ähnlich phosphorhaltig, wie die Luxemburger Minette, (reinere z. B. mit 0.019 Phosphorsäure und 0.001 Schwefel), ebenso leicht reducirbar, wie die Erze aus der Kohlenformation, aber wegen weniger Mangans und mehr Thons etwas strengflüssiger, aber immer noch so leichtflüssig, dass auf 100 kg. Graueisen 105—125 kg. gute Cokes gehen bei durchschnittlich 60,000—75,000 kg. Production in 24 Stunden von ausschliesslich grauem Roheisen No. 1, hauptsächlich zu rohen Gusswaaren, Röhren u. s. w.

Als eisenspathhaltig unterscheidet man noch:

Thoneisensteine.

a. Thoniger Sphärosiderit[3]) (Thoneisenstein), ein inniges Gemenge von Eisenspath und Thon mit dichtem muschligen Bruche und concentrisch schalige Kugeln bildend, welche an einander gereihet auf Lagern in der Steinkohlenformation (Yorkshire, Derbyshire, Süd-Staffordshire, Süd-Wales, Oberschlesien, Waldenburg, Ruhrgegend, Illinois, Ohio, Michigan u. s. w.) und untergeordnet auch in allen andern Formationen (in Oberschlesien zu Ludwigsdorf im Keuper und zu Dammratsch im Tertiär, im Tertiär des Weser- und Siebengebirges) vorkommen, auch sich zuweilen zu zusammenhängenden Lagern (Clay-bands) vereinigen.

Ausser durch Thon, Mergel, Sand und Kalk häufig noch verunreinigt durch Schwefelmetalle und phosphorsaure Salze. Englische Erze (clay-ironstone, argillaceous ore) mit 30—33 Proc. Eisen, 15—25 Proc. Thon. (Die Carbonate führen den Namen Ironstone, die Thoneisensteine clay-ironstone; alle Nichtcarbonate, wie Oxyde und Oxydhydrate, führen den Namen iron ore.) Schwieriger reducirbar, sorgfältig zu rösten und je nach dem Mangangehalt und den Verunreinigungen weisses oder graues Eisen liefernd.

Kohleneisensteine.

b. Kohleneisensteine[4]) (Blackband), mit Steinkohle gemengte thonige Sphärosiderite, nur in der Steinkohlenformation vorkommend (Schottland, Süd-Wales, Ruhrkohlengebiet, Waldenburg, Ostrau, Banat u. s. w.).

Aehnlich verunreinigt, wie Thoneisenstein, nur reicher an Kohlensäure, Schwefelkies und phosphorsaurem Kalk (auf Hoffnungsgrube und Freivogel zu Hörde mit bis 13 Proc. Phosphor), dagegen ärmer an sandigem Thon, in Folge dessen leichter schmelzbar und nach dem Rösten wegen starker Auflockerung (Verlust beim Rösten bis zur Hälfte des Gewichtes) leichter reducirbar, wegen bedeutenden Schwefelgehaltes aber bei hohen Kalkzuschlägen auf schwarzgraues Eisen (S. 26) meist verblasen. Schottische Kohleneisensteine (1801 aufgefunden)

1) B. u. h. Ztg. 1864, S. 385. Kerpely, Ausst.-Ber. S. 74. 2) B. u. h. Ztg. 1872, S. 322. 3) England: B. u. h. Ztg. 1854, S. 265; 1862, S. 60, 351, 413. Berggeist 1863, S. 195. Petzold, Erzeugung der Eisen- und Stahlschienen, Braunschweig 1874, S. 6. 4) Schottland: B. u. h. Ztg. 1854, S. 266; 1862, S. 61, 322, 355, 413; 1863, S. 295. Westphalen: B. u. h. Ztg. 1856, S. 34; 1858, S. 218; 1870, S. 35. Waldenburg: Allgem. B. u. h. Ztg. 1859, S. 97. Banat: Kerpely, Eisenhüttenwesen Ungarns 1872, S. 252.

enthalten 20—25 Kohle, 10—15 Thon und 34—41, nach dem Rösten 55—60 Proc. Eisen, westphälische Erze (1855 aufgefunden) enthalten roh 40, geröstet bis 60 Proc. Eisen, bis 0.4 Proc. Schwefel und bis 0.2 Proc. Phosphor. Mushet sucht den Unterschied zwischen englischen Thon- und Kohleneisensteinen im grösseren Kohlengehalt der letzteren, Napier in der Qualität und Quantität der erdigen Beimengungen. Die Thoneisensteine kommen in den unteren Schichten der Kohlenformation vor, die Kohleneisensteine in geringer Teufe. Die englischen Erze enthalten stets Mangan, und die besten 0.003—0.005 Phosphorsäure.

5. Eisensilicate (Kieseleisensteine). Kieselsaures Eisenoxydul enthaltende Mineralien werden selten für sich auf Roheisen verschmolzen (z. B. Chamoisit $\dot{F}e_3 (\dddot{S}i, \dddot{A}l) + 3\dot{H} = Fe_3 (Si, Al) O_6 + 3 H_2O$ mit 49 Fe zu Ardon in Wallis, Kieseleisenglimmerschiefer[1]) in Nordcarolina), weil sie leicht wegen schwerer Reducirbarkeit und Leichtflüssigkeit eine eisenoxydulhaltige Schlacke und weisses unreines kohlearmes Roheisen geben (S. 45). Dagegen dienen sie zuweilen als Zuschläge zur Nutzung ihres Eisen- und Mangangehaltes, z. B. Mangan- und Eisengranat mit 18—31 in Schweden, Pistazit mit 25, Amphibol und Pyroxen mit 15—45 Proc. Eisen. Knebelit[2]) $(\dot{M}n, \dot{F}e)_3 \dddot{S}i = (Mn, Fe) Si O_5$ mit 47.15 $\dot{F}e$, 21.05 $\dot{M}n$ und 31.80 $\dddot{S}i$ dient zur Darstellung des Schisshyttaner Spiegeleisens (S. 41). Kieseleisensteine.

Zu Schisshyttan verschmilzt man ein Gemenge von Magneteisenerz, Mangangranat und Knebelit mit 25.88 $\dddot{S}i$, 17.17 $\dot{M}n$ und 42.44 $\dot{F}e$.

12. Eisenhaltige Kunstproducte. Als solche kommen zur Verwendung:

1. Eisenreiche Schlacken in Gestalt von Rennfeuer-, Stückofen-, Frischfeuer-, Puddel- und Schweissschlacken, im Wesentlichen Gemenge von Eisenoxydulsilicat mit Eisenoxydoxydul, mit 40—75 Proc. Eisen und mehr; verhalten sich hinsichtlich ihrer Reducirbarkeit und Schmelzbarkeit[3]) wie die natürlichen Eisensilicate (S. 55), sind also geneigt ein kohlenstoffarmes weisses Roheisen zu geben, welches bei grösserem Schwefel- und Phosphorgehalt der Schlacken noch schlechter sein kann, als jenes, während reine Schlacken (Steyermark, Ungarn u. s. w.) aber Spiegeleisen (Analyse S. 42, Waidisch in Innerösterreich) und Bessemerroheisen (Miessling) geben können. Hinsichtlich ihrer Reducirbarkeit sind diese Schlacken in der oben gewählten Ordnung so zusammengestellt, dass die Renn- und Stückofenschlacken am leichtesten, die Schweissschlacken am schwierigsten reducirbar sind; hinsichtlich ihrer Reinheit, Wärmeleitungsfähigkeit und Leichtflüssigkeit findet die umgekehrte Ordnung statt. Raffinirschlacken.

Die Verwendung solcher Schlacken hat mit den steigenden Erzpreisen sehr zugenommen und zwar findet statt:

a. eine Verschmelzung derselben für sich ohne Eisenerze nach der Methode von Lang und Frey[4]) im zerkleinten Zustande (gepocht, gewalzt oder granulirt), mit Kalk, etwas Thon und Kohlenklein zu Briquettes geformt. Dieses

1) B. u. h. Ztg. 1857, S. 243. 2) B. u. h. Ztg. 1871, S. 148. Åkerman, c. l. S. 11. Kerpely, Ausst.-Ber. 1873, S. 121. 3) Preuss. Ztschr. 11, 307. 4) B. u. h. Ztg. 1861, S. 327. Kerpely, Fortschr. 2, 124. Steyermark: B. u. h. Ztg. 1869, S. 254, 255; 1870, S. 302. Oberharz: B. u. h. Ztg. 1864, S. 153. Waldisch: Kerpely, Ausst.-Ber. S. 58. Miessling: Knut Styffe, Fortschr. im Eisenh. 1868, S. 7.

Verfahren giebt bei nicht zu unreinen Schlacken eine gute Eisenqualität (selbst Spiegel- und Bessemereisen), hat aber wegen Kostspieligkeit nur eine beschränkte Anwendung gefunden auf Holzkohlenhütten in niedrigeren Oefen, z. B. in Steyermark, Kärnthen, Innerösterreich, wo bei 45 Proc. Ausbringen aus Schweissschlacken eine vorzügliche Eisenqualität mit 120 Theilen Holzkohlen auf 100 Theile Roheisen erblasen wird (auf 100 kg. Weisseisen 0.378, auf 100 kg. Graueisen 0.504 cbm. Kohlen; zu Miessling 100 Schlacken in Staub- und Erbsengrösse, 23 gelöschter Kalk und 8—10 Proc. Kohlenlösch). In Kärnthen wurden solche Schlacken schon zu Ende des 18. Jahrhunderts in 3- 3.5 m. hohen Schachtöfen (Sinteröfen) auf stahlartiges Eisen (Sintereisen) verhüttet. Durch vorheriges Rösten[1]) werden die Schlacken noch gutartiger, indem aus denselben ein phosphorreiches leichtflüssiges Eisensilicat aussaigert und eine reine strengflüssigere Verbindung (bull dogg) zurückbleibt, ferner eine Auflockerung und höhere Oxydation des Eisenoxyduls[2]) eintritt.

b. Eine Einmöllerung[3]) der Schlacken, indem man dieselben in Stücken oder granulirt (zu Rhonitz[4]) vortheilhaft in Kalkwasser) vorsichtig je nach ihrer Reinheit und der Schmelzbarkeit der Erze zu letzteren giebt und durch passende Regelung von Brennmaterial, Windmenge und Windpressung den Ofengang weder zu rasch, noch zu langsam führt, weil sonst ersteren Falles ein kohlenstoffarmes unreines, letzteren Falles ein siliciumreiches Eisen erzeugt würde. Der Schlackenzusatz beträgt z. B. zu Wittkowitz für Frischroheisen 26 Proc., in Gleiwitz (ungarische Schlacken) und Rhonitz bis 50 Proc. und mehr, für Hartwalzenguss 30 Proc.; in den Oesterreichischen Kronländern bis zu $^1/_5$ des Erzgewichtes. Strengflüssigere Erze, wie die Oberschlesischen, Cleveländer und Waleser vertragen einen grösseren Zuschlag als leichtschmelzigere; es werden jedoch z. B. Schweissofenschlacken in Südwales zur Herstellung von Giesserei- und besserem Puddelroheisen gar nicht, desgl. nicht auf schottischen Werken gebraucht. Bei armen Erzen (Oberschlesien) dienen solche Schlacken als wirksames Anreicherungsmittel für die Beschickung. Kalihaltige Zuschläge (Glimmerschiefer, Feldspath u. s. w.) wirken günstig auf die Entfernung von Schwefel und die Schlackenbildung (Rhonitz).

c. Es ist empfohlen, fein gepulverte Schlacken behuf leichterer Reduction den Steinkohlen vor dem Vercoken zuzusetzen (Schlackencokes[5])), sowie dieselben mit Aetzkalk und Kohle gemengt und die Masse mit schwacher Kochsalzlösung gelöscht, im Puddelofen auf Eisen zu verarbeiten.[6])

Kiesrückstände.

2. Kiesrückstände. Rückstände vom Abrösten der Schwefelkiese in Schwefelsäurefabriken werden, nachdem sie z. B. im Perret'schen Ofen[7]) bis auf Spuren von Schwefel abgeröstet worden oder chlorirend geröstet und zur Gewinnung eines Kupfergehaltes ausgelaugt sind, verwandt: mit Cementkalk zu Briquettes geformt zur Darstellung von grauem Roheisen[8]), zum Auskleiden von Puddelöfen[9]), zur Erzeugung von Eisenschwamm[10]), von Spiegeleisen[11]) unter Zuschlag manganhaltiger Substanzen nebst Kalk und Kochsalz. Zinksulfat enthaltende Rückstände erfordern ein Auslaugen.[12])

Eisenabfälle.

3. Roh-, Schmiedeeisen- und Stahlabfälle. Beim Verschmelzen der Eisenerze werden zuweilen zugeschlagen: Brucheisen (Gussbruch), Wascheisen aus den Schlacken, Bohr- und Drehspähne, nachdem dieselben wohl durch Benetzen mit Säuren, Ammoniak u. s. w. agglomerirt sind[13]), Schmiedeeisenabfälle, Schienenenden von Bessemerstahl[14]) u. dergl.

---

1) Tunner, Lond. Ausst.-Ber. 1862, S. 36. Hausmann, Götting. Stud. 2, 107. Oest. Jahrb. 10, 291. Kerl, Met. 3, 81. 2) B. u. h. Ztg. 1865, S. 316. 3) Königshütte: B. u. h. Ztg. 1861, S. 355. Gleiwitz: Kerpely, Ausst.-Ber. 1873, S. 97. Oberschles. Ztschr. 1874, No. 20, 21. Rhonitz: Kerpely, ebend. S. 60; Ders., Eisenhüttenwesen Ungarns S. 191. England: B. u. h. Ztg. 1862, S. 209, 254, 323, 413. Preuss. Ztschr. 14, 299. 4) Kerpely, Eisenh. Ungarns S. 191. 5) B. u. h. Ztg. 1865, S. 42; 1868, S. 52. 6) B. u. h. Ztg. 1864, S. 286, 336; 1873, S. 36. 7) B. u. h. Ztg. 1873, S. 407. 8) B. u. h. Ztg. 1871, S. 120; 1874, S. 20. Kerpely, Fortschr. 3, 95; 4, 20; 7, 152. Ztschr. d. Ver. deutsch. Ingen. 18, 583. 9) B. u. h. Ztg. 1871, S. 120. 10) B. u. h. Ztg. 1871, S. 120; 1872, S. 149, 346. 11) Kerpely, Fortschr. 5, 140. 12) Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 18, 521 (Meggener Kies). 13) Kerl, Met. 3, 349. 14) Oest. Ztschr. 1874, S. 353.

B. Vorbereitung der Eisenerze.

13. Zweck der Vorbereitung. Damit der Schmelzprocess mit den ökonomisch günstigsten Resultaten hinsichtlich des Brennstoffaufwandes und der Qualität des Productes verläuft, bedürfen die Eisenerze meist einer Vorbereitung, welche bezwecken kann: die Entfernung schädlicher Substanzen (mechanische Aufbereitung, Verwitterung, Röstung, Auslaugung), die Begünstigung der Reduction (Zerkleinerung zu grosser, Agglomeration zu kleiner Stücke, Auflockerung durch Verwitterung und Röstung, welche letztere auch die Umwandlung von Eisenoxydul in Oxyd herbeiführt) u. A. Zweck

Diese Operationen können für ein Erz sämmtlich oder nur theilweise und in verschiedener Reihenfolge zur Anwendung kommen, welche letztere häufig die folgende ist: mechanische Aufbereitung verbunden mit Ausscheidung schädlicher Stoffe, Rösten, Verwittern und Auslaugen, nöthigenfalls weitere Zerkleinerung, selten Einbinden pulverförmigen Erzes.

14. Mechanische Aufbereitung der Erze.[1]) Dieselbe kann bezwecken: Zweck.

1. Eine Zerkleinerung der Erze. Zur Erzielung eines angemessenen Hohofenganges müssen die Erze eine ihrer Porosität und der Beschaffenheit des Brennmaterials entsprechende Korngrösse (2—12 cm.) erhalten, sowie aus möglichst gleichgrossen Stücken bestehen, was auch für die Röstung förderlich ist. Zerkleinerung.

Die dichten Magnet- und Rotheisensteine zerkleinert man aus diesem Grunde stärker, als die porösen Spath- und Brauneisensteine; Erzstaub[2]) und zu dicke Stücke (über 12 cm. hinaus) sind möglichst zu vermeiden. Harte, feste Erze werden nach der Röstung zerkleinert; zuweilen lässt man letzterer eine oberflächliche Zerkleinerung vorangehen und die vollständigere nachfolgen (schwedische Magneteisensteine).

Die Zerkleinerung kann geschehen: Zerkleinerungsvorrichtungen.

a. Durch Hämmer, und zwar

α. durch Handhämmer.[3]) Handhämmer.

Diese kostspielige Methode kommt nur in Anwendung, wenn durch Klaubarbeit schädliche Bestandtheile (Schwerspath, Eisenkies, Phosphorit, Eisenkiesel u. s. w.) ausgeschieden werden sollen (Phosphorit zu Ilsede und Hörde, Schwerspath aus Harzer Spatheisenstein u. s. w.), oder die Arbeitslöhne billig (Schweden)[4]), oder die Erze zu weich sind, so dass sie an der Zerkleinerungsmaschine ankleben würden, und schon viel Feines enthalten (Luxemburger Minette). Zur bessern Erkennung der Erzbeschaffenheit kann ein Waschen derselben auf einer geneigten Ebene zur Entfernung des Grubenschmandes angemessen sein.

β. Poch- und Patschhämmer, Hammerpochwerke[5]), hauptsächlich für harte Erze (Finspang[6]), Neudeck[7]) und weniger Staub, als ein gewöhnliches Pochwerk gebend. Pochhämmer.

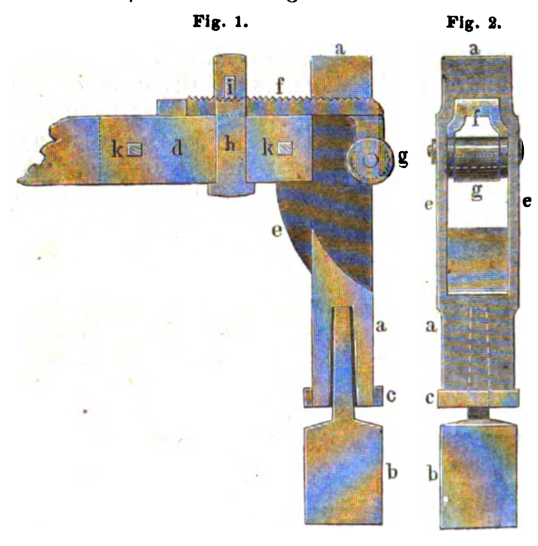
---

1) Rittinger's Aufbereitungskunde 1867, nebst Nachträgen. Gaetzschmann's Aufbereitung 1864. 2) Erniedrigung des Hohofenschachtes bei Erzstaub: B. u. h. Ztg. 1874, S. 79. 3) Leistungen beim Schlägeln: Oest. Jahrb. 1861, Bd. 10, S. 301. 4) B. u. h. Ztg. 1857, S. 102. 5) Gaetzschmann c. l. 1, 422. 6) B. u. h. Ztg. 1857, S. 102 (mit Zeichn.). 7) Weniger, prakt. Schmelzmeister 1860, S. 30 (mit Zeichn.).

Ein solcher Hammer hat nachstehende Einrichtung:

(Fig. 1 u. 2.) *a* Hammerkörper mit dem durch den Ring *c* festgehaltenen Pocheisen *b*, ersterer oben geschlitzt und die Seitentheile *e* nach hinten in Wangen auslaufend, welche den Hammerkörper durch Schraubenbolzen *k* mit dem Helm *d* verbinden. *g* von den Heblingen zu erfassende Walze an dem Stelleisen *f*, welches auf dem Helme *d* mittelst des Vorsteckkeiles durch einen breiten Bolzen *h* gehalten wird. Behuf Verstellung des Hubes ist das Stelleisen der Länge nach geschlitzt, damit es sich an dem Bolzen *h* vor- und rückwärts schieben lässt, auf der Oberseite aber gezahnt, damit dasselbe der wieder angezogene Keil *i* in jeder ihm gegebenen Stellung festhält.

Fig. 1. Fig. 2.



Der Vortheil der Hammer- vor Stempelpochwerken liegt in der Ersparung des hohen Pochstuhles nebst Zubehör und einer bequemeren und sicherern Unterstützung; sie erfordern aber mehr Raum in horizontaler Richtung. Zu Finspang liefert ein Hammer bei 60 Schlägen in der Minute 1500—1600 kg. zerkleintes Erz.

Dampfhämmer.

γ. Dampfhämmer.

Früher auf Porta-Westphalica[1]), neuerdings in England[2]) in Anwendung gebracht als Condiehämmer, deren Ambos mit einem rostartig durchbrochenen Kasten umgeben ist, mit der Wirkung von 14 Pochstempeln.

Pochwerke.

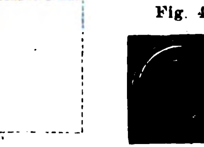
b. Durch Stempelpochwerke.[3])

Der gusseiserne Schuh derselben wird durch Eintreiben seines Kieles in das mit Ringen *c* (Fig. 3 u. 4) umgebene konische Ende *b* des Stempels *a* befestigt; gewöhnlich werden 3 Stempel in Leitungen am Pochgerüst vertikal geführt und mittelst an der Motorwelle befindlicher Daumen an Heblingen gehoben und fallen gelassen. Die Pochwerke empfehlen sich für harte Erze, geben aber viel Staub, namentlich bei kalkigen Erzen, was man dadurch vermeidet, dass man statt einer soliden Pochsohle eine rostartig durchbrochene (Fig. 5 u. 6) anwendet (Rostpochwerk[4])) bei 12—20 mm. Weite der Zwischenräume und abgerundeten Roststabköpfen für milde Erze behuf leichtern Durchganges des Kleins (Rothehütte am Oberharz).

Fig. 3.

Nach Rittinger ist der mechanische Nutzeffect eines Pochwerkes $E = \frac{p\,h\,n\,N}{60}$ Kilogrammeter pro Secunde. (N Stempelzahl, p Gewicht eines Stempels = 150 kg., h Hubhöhe = 21 cm.) Wegen Reibungswiderstände u. s. w. setzt man die an der Pochwelle wirkende Kraft = $^4/_3$ E und rechnet auf 1 Pferdekraft des Motors 300—350 kg. Pochgut. Ein Stempel macht pro Minute etwa 60 Hübe.

Fig. 4.

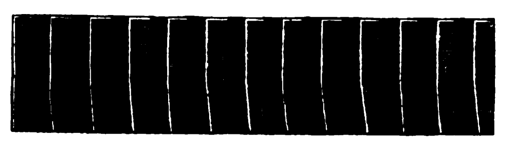


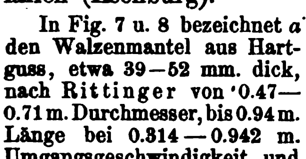
1) B. u. h. Ztg. 1859, S. 156. 2) B. u. h. Ztg. 1871, S. 203, 339. Dingl. 200, 177. 3) Jullien, Eisenhüttenkunde, deutsch v. Hartmann 1871, S. 71 (Abbildung). Rittinger's Erfahrungen 1856, S. 28; 1859. Des Ingenieurs Taschenbuch (Hütte) 1872, S. 587. 4) Gaetzschmann c. l. 1, 279. Türrschmiedt's Notizbl. d. deutsch. Ziegler-Ver. 1, 57 (Abbildung).

c. **Durch Walzwerke**[1]) mit nur einem Walzenpaare oder zwei solchen untereinander mit glatten (Fig. 7 u. 9) oder geriffelten Walzen (Fig. 8). Letztere dienen besonders dazu, ein Haufwerk aus dem Groben und nur grob zu brechen oder zur vorläufigen Zerkleinerung von gröberen Stücken, welche einem glatten Walzenpaar zufallen (Ilsenburg). Walzwerke.

Fig. 5 und 6.







In Fig. 7 u. 8 bezeichnet *a* den Walzenmantel aus Hartguss, etwa 39—52 mm. dick, nach Rittinger von 0.47—0.71 m. Durchmesser, bis 0.94 m. Länge bei 0.314—0.942 m. Umgangsgeschwindigkeit und 10—12 Umdrehungen per Minute. *b* Zapfen mit den Köpfen *c*, zum Befestigen der Kuppelungen mit Nuthen *d* für Splinte versehen. In Fig. 9: *a* Mantel. welcher erhitzt auf den Kern *c* aufgeschoben wird. *b* gussstählerne Axenspindel durch Feder und Nuthe mit dem Kern verbunden. Spindeldurchmesser 80—105 mm.

Fig. 7. Fig. 9.

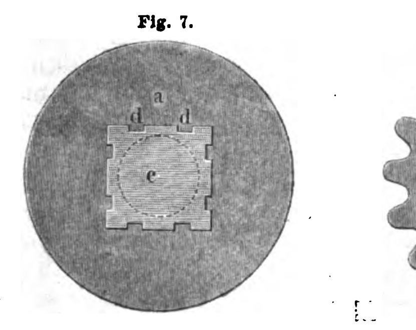
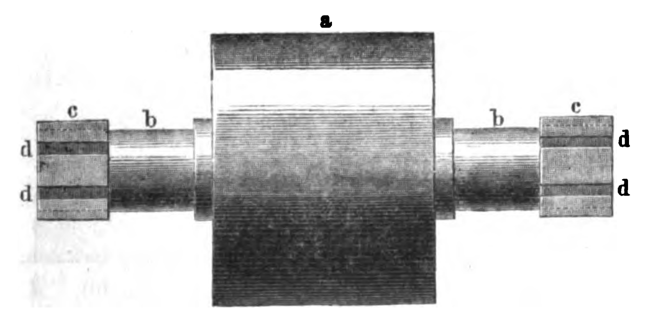


Fig. 8.



Die Walzwerke bewirken ein Zerdrücken der Stücke, während die Pochwerke dieselben zerstossen, erstere geben weniger Staub als letztere, die Förderung ist eine beträchtliche, jedoch dürfen die Erze nicht zu hart sein. Damit, wenn härtere Stücke, als für welche die Walzen construirt sind, dieselben passiren, ein

1) Gaetzschmann u. Rittinger c. l., Drake's Walzwerk in B. u. h. Ztg. 18[illegible]1, S. 28

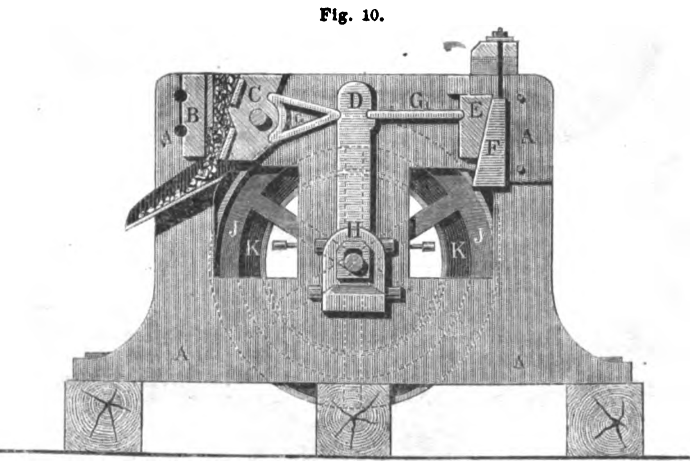
Bruch nicht eintreten kann, so legt man die eine Walze fest und lässt die andere in Lagern laufen, gegen welche starke Eisenbahnwagen- oder spiralförmig aufgerollte Bufferfedern oder an einem doppelarmigen Hebel aufgehängte Gegengewichte drücken. Die Massenverhältnisse für die Walzendurchmesser sind von Gaetzschmann[1]) näher angegeben.

Als Beispiele für die Leistung können folgende dienen. Ilsenburg: zwei Walzenpaare unter einander, jedes mit einer geriffelten Walze von 471 mm. Länge und 523 mm. Durchmesser, 8 Umgänge per Minute, tägliche Production 28 cbm. zerkleinte Stücke, welche durch einen Rätter mit etwa haselnussgrossen Maschen gegangen sind; grössere Stücke kommen auf das Walzwerk zurück. — Zorge am Harz: Oberwalzen stärker geriffelt als Unterwalzen von 628 mm. Länge und 314 mm. Durchmesser, resp. 39 und 13 mm. auseinanderliegend. — Stafjö:[2]) zwei 600 mm. dicke und 300 mm. lange Walzenpaare liefern in 1 Stunde 3500—4000 kg. Erzklein. — Neuerburger's Walzwerk[3]) mit einem Paar glatten Walzen von 523 mm. Länge und 700 mm. Durchmesser liefert bei einer 15 pferdekräftigen Dampfmaschine und 20 Umdrehungen per Minute: 60,000 kg. Erz in 12 Stunden.

Steinbrechmaschinen.

d. Durch Steinbrechmaschinen (Erzquetschen, Nussknacker), 1858 von Blake erfunden, welche wie die gewöhnlichen Walzen durch Druck wirken, aber durch gerade Flächen, von denen die eine gewöhnlich fest steht, während die andere an einer um eine horizontale Axe drehbaren, mittelst Kniehebels bewegten Backe sich befindet. Da das Erzstück beim Zerquetschen nicht in rollende Bewegung versetzt wird, wie bei den gewöhnlichen Walzen, so erfolgt bei grosser Production auch weniger Staub, weshalb diese Maschinen auf den Eisenhütten zum Zermalmen von Erz und Zuschlagskalk vielfach Anwendung in verschiedenen Constructionen gefunden haben[4]), nämlich Brecher mit einem oder zwei beweglichen Backen, mit nur einem aber doppelt wirkenden Backen, nur drückend oder gleichzeitig zerreibend wirkende, solche ohne Backen u. a.

Fig. 10.



Beispiele.

Marsden's Maschine hat folgende Einrichtung (Fig. 10). *A* festes Gestelle mit dem festen Brechbacken *B* an dem einen Ende; *C* beweglicher Brech-

1) Dess. Aufbereit., Bd. 1, S. 449. 2) B. u. h. Ztg. 1857, S. 102. 3) Percy-Wedding, Eisenh. 1, 524. 4) Kerpely, Fortschr. 2, 40; 3, 22; 6, 22. Gaetzschmann, Aufber. 1, 534; 2, 661. B. u. h. Ztg. 1861, S. 276 (Blake); 1863, S. 249 (Whitney); 1865, S. 40 (Pope u. Champer), S. 255 (Smith u. Roberts); 1866, S. 40 (Dyckhoff, Gardiner, Thomas), S. 76 (Sievers et Co.); 1867, S. 272 (Schwarzkopf), S. 450 (Lehmann); 1870, S. 98 und 1874, S. 110 (Marsden); 1872, S. 401 (Archer), S. 123 (Godman); 1874, S. 223 (Cole und Robertson). Jordan, Cours de Metallurgie, Taf. 48.

backen, mit Stahlplatten bekleidet, auf einer Axe, deren Enden in beweglichen Lagern ruhen, um die Entfernung der breiten Backen nach Erforderniss verändern zu können. Die Bewegung des Backens geschieht durch den Kniehebel $G\,G_1$ und die Schubstange D an dem Excenter der Welle H, auf welcher zu beiden Seiten Schwungräder J und die Riemenscheibe K für den Umtrieb sitzen. Der Kniehebel bewirkt nicht nur eine Annäherung des beweglichen Backens an den festen, sondern ruft auch eine eigenthümliche schaukelnde Bewegung hervor, durch welche das Material zwischen die Backen gebracht und allmälig zerquetscht wird.

Die Whitney'sche Maschine auf Georg-Marienhütte[1]) verarbeitet mit 6 Pferdekraft in 10 Stunden 50.000—75.000 kg. Kalkstein; auf Concordiahütte im Nassauschen mit 1.6 Pferdekraft pro Stunde 2000 kg.; eine 5—10pferdestarke Maschine von Sievers et Co. leistet bei 200 Hüben pro Minute, 0.47 × 0.3 bis 0.4 m. oberer Maulweite und 0.47 × 0.04 bis 0.045 m. unterer Maulweite pro Stunde 5000 kg.

2. Abscheidung unhaltiger oder schädlicher Beimengungen. Derartige Vorrichtungen müssen bei den verhältnissmässig billigen Roheisenpreisen möglichst einfach sein und haben sich complicirtere Zerkleinerungs-, Trennungs- und Schlämmvorrichtungen meist nicht rentabel erwiesen (Taberg[2]), Schreckendorfer Hütte[3]), Hassel[4]) in Norwegen). Man beschränkt sich meist auf — *Reinigungsarbeiten.*

a. Handscheidung, verbunden mit Klaubarbeit (S. 57). — *Handscheidung.*

b. Waschen und Schlämmen[5]) zur Entfernung von thonigen (z. B. Salzgitter), seltener kalkigen und sandigen Partien, auch wohl Phosphoritknollen (Brauneisensteine der Ilseder Hütte) aus Erzen in Körner- (Bohnerze) oder Stückform (Brauneisensteine u. s. w.). Seltener wird das Abgeschlämmte noch benutzt (Stolberg bei Aachen)[6]). Zur Ausführung dieser Operationen dienen je nach der Grösse des Werkes: — *Waschen.*

α. Gräben von etwa 0.64 m. Breite, 0.32 m. Tiefe und 2.52—3.76 m. Länge bei 10° Neigung und einem Verbrauch von 0.247—0.494 cbm. Wasser pro Stunde für etwa 10.000 kg. Erz. Die Arbeit wird mit der Hand ausgeführt (Böhmen).

β. Schwenksiebe, welche im Wasser in auf- und niedergehende stauchende und kreisende Bewegung versetzt werden, seltener durch maschinelle Vorrichtungen, als mit der Hand hervorgebracht.

Man braucht wenig Wasser, aber die Production ist gering (Würtemberg, Baden).

γ. Schlämmmaschinen[7]), nach Art der Thonschlämmmaschinen cylindrische Gefässe mit rotirender Welle und Armen daran (Stolberg).

Zu Stolberg (S. 61) werden ochrige Brauneisensteine von grösseren Stücken durch Klauben befreit, in der Schlämmmaschine behandelt, der Schlamm in Sümpfen aufgefangen und zu Ziegeln geformt, die Gröbe durch einen Stangenrost geworfen und der Durchfall noch auf Schlämmgräben verwaschen.

δ. Waschtrommeln, feststehend oder fahrbar, bald nur eine Trommel mit längerem Mengtrog (Belgien[8]), Hessen[9])), bald mit Vorwasch- und Fertigtrommel.

---

1) B. u. h. Ztg. 1863, S. 249, 344; 1865, S. 41; 1866, S. 200; 1872, S. 339; 1874, S. 48.
2) B. u. h. Ztg. 1867, S. 385. 3) Preuss. Ztschr. 1, 198. 4) B. u. h. Ztg. 1857, S. 102.
5) Gaetzschmann's und Rittinger's Aufbereitung. Kerl, Met. 3, 92. Percy-Wedding, Eisenh. 1, 510. 6) B. u. h. Ztg. 1863, S. 155. 7) B. u. h. Ztg. 1863, S. 155. Ann. d. min. 1864, 4 livr. 8) Valerius' Roheisenfabr., deutsch v. Hartmann, 1851, S. 79. Ann. d. min. 3 sér. 15, 85. Armengaud, Public. industr. 12, 239. 9) Percy-Wedding's Eisenhüttenkunde 1, 512.

Das in einem Gerinne mit Wasser angerührte Erz wird bei der Neuerburger'schen Construction mittelst Schraube, wobei schon Schlammtheile durch den Siebboden der Rinne hindurchgehen, der mit spiralförmig angeordneten Schaufeln versehenen horizontalen Vorwaschtrommel mit Wasser zugeführt, aus welcher die aufgerührte Masse durch ein in der Axe derselben befindliches durchlöchertes Rohr, welches Schlammtheile entlässt, der Fertigwaschtrommel mit siebartig durchlöchertem Mantel übergeben wird. Ein Wasserstrom tritt dem mittelst Schaufeln nach vorn transportirten Erz entgegen und dasselbe kann noch in vorgelegten Separationstrommeln nach der Korngrösse separirt werden. Bei Trommeln von 1.5 m. Durchmesser, 2.5 m. Länge der Vorwasch- und 4 m. Länge der Fertigwaschtrommel werden mit 0.93 cbm. Wasser, 8 Umdrehungen pro Minute und einem Motor von 15 Pferdekraft 30 cbm. Erz pro Tag verwaschen.

Sieben.

c. Sieben. Dasselbe kommt wohl in Verbindung mit einer Röstung oder Trocknung, besonders bei Raseneisensteinen vor, um beigemengten Sand zu entfernen (Alexishütte[1]), Tangerhütte[2]), Meppen.[3]))

Elektr. Scheidung.

d. Elektromagnetische Scheidung, bei welcher bereits magnetische oder durch Röstung magnetisch gemachte Erze mittelst Magneten ausgezogen werden.

Verfahren für magnetisch gemachte Eisenerze von Chenot[4]); von Sella[5]) für kupfer- und schwefelkieshaltige Magneteisensteine; für mit Blende vorkommende geglühte Spatheisensteine in Pribram[6]); nach Bach[7]) u. s. w.

Agglomeriren.

3. Agglomeriren von pulverförmigen eisenhaltigen Substanzen. Mulmige Erze, Erzklein, Waschabgänge u. s. w. werden entweder für sich zu Ziegeln geformt (Schlämme vom Erzwaschen zu Stolberg (S. 61), zu Briquettes formirt, diese getrocknet und geröstet) oder mit Klebmitteln vereinigt.

Einbinden von Eisenfrischschlacken u. s. w. mit Kalk und Kohle S. 55; von Kiesrückständen mit Portlandcement S. 56; Versuche mulmige Erze und eisenreiche Schlacken mit Kalk und fetten Steinkohlen zu vercoken[8]), desgleichen Erzklein zur Vermeidung des Verstäubens beim Vercoken zuzusetzen.[9])

Zweck.

15. Verwittern und Auslaugen der Erze. Rohe oder geröstete Erze werden, den Atmosphärilien längere Zeit (ein bis mehrere Jahre) ausgesetzt (das Abliegen, Verwittern), gutartiger (Brennmaterialersparung, besserer Schmelzgang, schwefelfreieres Product), indem sie sich dabei auflockern und unhaltige erdige Bestandtheile sich absondern können in Folge eindringenden und frierenden Wassers (thonige Sphärosiderite der Steinkohlenformation) oder Schwefelmetalle unter dem Einfluss der Luft in lösliche Sulfate übergehen (Schwefel- und Kupferkies, seltener Zinkblende und Arsenkies, welcher in arsenige Säure und schwefelsaures Eisenoxydul übergeht[10])), auch Eisenoxydul sich höher oxydirt (Spath- und Magneteisenstein).

Verwittern.

Durch ein vorheriges Rösten der Erze wird die Ablagerungszeit wesentlich abgekürzt (bei steyerschen Spatheisensteinen[11]) z. B. von 30 auf 8—10 Jahre), Raum erspart und das Halten von weniger Vorräthen möglich. Ein Kalkgehalt kann zur Gypsbildung beitragen und aus entstandenen löslichen Sulfaten Metall-

1) B. u. h. Ztg. 1863, S. 61. 2) Hartmann, Fortschr. 1858, S. 96. 3) Ders., Fortschr. 1862, S. 115. 4) B. u. h. Ztg. 1861, S. 378 (mit Zeichn.). 5) B. u. h. Ztg. 1862, S. 101. 6) Oest. Ztschr. 1873, No. 45. Oest. Jahrb. 1873, Bd. 21, S. 262. 7) B. u. h. Ztg. 1874, S. 31. 8) B. u. h. Ztg. 1865, S. 43; 1868, S. 52. Kerpely, Fortschr. 1865, S. 124. 9) B. u. h. Ztg. 1865, S. 124. 10) Analysen von ausgelaugten und unausgelaugten Spatheisensteinen: Kerpely, Fortschr. 5, 43. 11) B. u. h. Ztg. 1869, S. 20.

oxydhydrate, z. B. von Kupfer fällen[1]); Lüders[2]) hat ein Verfahren zur Gewinnung des Kupfers aus solches enthaltenden Spatheisensteinen angegeben. Geröstete kalkreiche Erze zerfallen beim Verwittern in Berührung mit Wasser oft zu sehr.

Zur Ausziehung der gebildeten Sulfate lässt man, insofern dieses nicht schon hinreichend durch Regen geschehen ist, eine Auslaugung mit Wasser (Ver- oder Abwässern) folgen, indem man dasselbe entweder mittelst durchlöcherter Rinnen über den Haufen führt (Ilsenburg[3])), oder seltener und umständlicher, aber mit mehr Effect, Wasser in dem umdämmten Haufen von unten aufsteigen lässt (Trzinitzer[4]) Abwässerungsteiche), oder unter stetem Wasserzufluss in Auslaugebassins (Jenbach[5]), Horowitz[6]), Mariazell[7])) extrahirt. Auslaugen.

Castendyk[8]) hat die Vortheile einer sorgfältigen Aufbereitung, Röstung und Verwitterung, sowie Röhrig[9]) die einer Röstung und Auslaugung in Zahlen nachgewiesen. Zur Ausziehung von Phosphaten der Kalkerde, Thonerde und des Eisens sind als allerdings wirksame, aber meist zu kostspielige Mittel Säuren empfohlen, von Strohmeyer Salzsäure, von Jacobi schweflige Säure (S. 13) nach dem Verfahren in Kladno (Rösten von Schwefelkies in Muffel- oder Retortenöfen oder Erhitzen von Schwefelsäure mit Kohle, Einleiten der schwefligen Säure in einen Cokesthurm mit Wasserberieselung, Behandlung des Erzes mit über 3 Proc. Phosphor in grossen Bassins mit dem sauren Wasser, wobei sich phosphorsaure Thonerde nach 4—6 Wochen bis auf rückständige Bruchtheile von Procenten löst, Eindampfen der Lösung in einer Art Wasseralfinger Röhrenapparat, wobei sich zu Dünger zu benutzendes Thonerdephosphat niederschlägt, während die ausgetriebene schweflige Säure dem Cokesthurm wieder zugeführt wird).

Beim Verwittern von Schwefelkies enthaltenden Erzen kann die bei höherer Oxydation des schwefelsauren Eisenoxydul frei werdende Schwefelsäure zur Abscheidung und Löslichmachung von Phosphorsäure beitragen.

16. Röstung der Eisenerze. Das Rösten, ein Glühen der Erze bei Luftabschluss oder Luftzutritt, ohne dass die Reduction beeinträchtigende Schmelzung eintritt, kann bezwecken: eine Auflockerung (Magneteisensteine, dichte Rotheisensteine); die Entfernung von Substanzen (Wasser, Kohlensäure, organische Substanzen), welche die Temperatur im Ofen herabstimmen und den Brennstoffverbrauch erhöhen würden, wobei gleichzeitig Auflockerung eintritt, welche vollkommener ist, als eine im Hohofen selbst herbeigeführte wegen grösseren, die Vergasung beeinträchtigenden Druckes, nur allmäliger Steigerung der Temperatur, Mangels einer Abkühlung u. s. w. (Braun-, Spath- und Kohleneisenstein, kohlensaures Manganoxydul, kohlensaurer Kalk und Magnesia); eine Umwandlung von Oxydul in Oxyd behuf leichterer Reduction und minderer Verschlackbarkeit (kohlensaures Eisenoxydul, leichter in Oxyd übergehend, als Magneteisenstein); die Zersetzung von Schwefel- und Arsenmetallen[10]) unter Verflüchtigung von dampfförmiger Schwefelsäure, schwefliger und arseniger Säure und Bildung von auslaugbaren Sulfaten (Schwefel- und Kupferkies, auch Zinkblende in Eisenerzen). Zweck.

Nach Balling[11]) erforderten rohe Erze auf 100 kg. Roheisen 0.0618 cbm. Holzkohle mehr, als geröstete; bei letzteren werden die Gichtgase durch Wasserdämpfe weniger abgekühlt und vermögen dann den Wind stärker zu erhitzen. Im

1) Allgem. B. u. h. Ztg. 1860, S. 8. 2) B. u. h. Ztg. 1872, S. 364. 3) Kerl, Met. 3, 133. 4) Oest. Ztschr. 1857, S. 270. 5) B. u. h. Ztg. 1873, S. 93. 6) B. u. h. Ztg. 1873, S. 38. 7) B. u. h. Ztg. 1870, S. 11 (v. Schwind's Apparat Dingl. 198, 127). 8) Berggeist 1860, S. 827. 9) B. u. h. Ztg. 1873, S. 357. 10) B. u. h. Ztg. 1865, S. 208. Berggeist 1870, S. 601. 11) Oest. Ztschr. 1868, S. 288; 1870, S. 118. Auch Berggeist 1870, S. 601.



Allgemeinen erfordert das Rösten in besonderen Oefen weniger Brennmaterial, als im Eisenhohofen selbst, indem das Volumen der Vorwärmzone bedeutend vergrössert wird.

Chemische Vorgänge.

Je nach dem vorliegenden Zweck der Röstung, welcher gleichzeitig ein mehrfacher sein kann, muss eine oxydirende Atmosphäre vorhanden sein (Oxydation von Eisenoxydul, organischen Substanzen und Schwefelmetallen) oder es bedarf einer solchen nicht (Austreiben von Wasser und Kohlensäure, Auflockern von dichtem Erz) und dem entsprechend muss ein passender Röstapparat, so wie eine zweckentsprechende Befeuerung desselben (Erhitzung des Erzes durch eingeschichtetes Brennmaterial oder durch dessen Flamme u. s. w.) gewählt werden. Auch ist dabei die Korngrösse des Erzes massgebend (Flammöfen für Erzklein). Eine reducirende Wirkung begünstigt die Bildung von leichter schmelzbarem Eisenoxyduloxyd (z. B. bei Schichtung von Erz und Brennmaterial), auch entsteht solches in einer neutralen Atmosphäre aus Spatheisenstein. Bei Schmelzhitze können Krystalle von Magneteisenerz und Eisenoxydulsilicat (Frischschlacke) sich erzeugen. Wasserdampf[1]) wirkt zur Zersetzung von Schwefelmetallen minder energisch, als atmosphärische Luft, veranlasst besondere Kosten und wird bei Anwesenheit von Kohle in Kohlenoxyd und Wasserstoff zerlegt, also völlig unwirksam.

Rösttemperatur.

Die Rösttemperatur muss sich nach der Schmelzbarkeit des Erzes richten (Eisenoxyd ist unschmelzbar, Oxyduloxyd bei höherer Temperatur schmelzbare; Kalk erzeugt Strengflüssigkeit, Kieselsäure Schmelzbarkeit, welche durch zu vermeidendes gemeinschaftliches Rösten kieseliger und kalkiger Erze gesteigert werden kann). Die Hitze wird vollständiger ausgenutzt, wenn Erz und Brennmaterial geschichtet sind, als wenn ersteres durch dessen Flamme erhitzt wird; letzteren Falls ist aber die Wirkung eine kräftiger oxydirende, man kann schlechteres Brennmaterial anwenden und dessen Asche, welche schwefel- und phosphorreich sein kann, verunreinigt das Erz nicht. In dieser Beziehung empfiehlt sich besonders Gasfeuerung.

Korngrösse.

Gleichmässige Korngrösse des Erzes befördert den Röstprocess; zu dicke Stücke, sowie Pulverform sind möglichst zu vermeiden, jedoch lässt sich eine Röstung von mulmigen Erzen und Erzklein häufig nicht umgehen. Während im Allgemeinen für Stückerze Schachtöfen am vortheilhaftesten sind, so kennt man für Kleinerze noch keine hinreichend befriedigenden Röstapparate, da die in solchem Falle gewählten Flammöfen ihre Schattenseiten haben.

Sinterung.

Während beim Rösten ein Sintern der Erze wegen Erhöhung der Dichtigkeit meist fehlerhaft ist, so können doch unter Umständen die Nachtheile einer schwachen Sinterung von den Vortheilen einer kräftigen Röstung überwogen werden (z. B. bei schwefelkieshaltigen Magneteisensteinen und Eisenglanzen in Schweden[2]) in Westmann's Gasröstofen).

Ort der Röstung.

Erze, welche einen grossen Röstverlust erleiden, z. B. an Kohlensäure und Wasser reiche, röstet man zweckmässiger auf der Grube[3]), als auf der Hütte, wenn daselbst billiges Brennmaterial zu Gebote steht; andere Erze, welche nur behufs Auflockerung oder Entschweflung geröstet werden, auf der Hütte, wo die Benutzung der Gichtgase besonders vortheilhaft sein kann.

Röstverlust.

Die Grösse des Röstverlustes variirt sehr, je nach der Anwesenheit flüchtiger Bestandtheile (Wasser, Kohlensäure, Bitumen), wasserabsorbirender Stoffe (Aetzkalk) und Sauerstoff aufnehmender Verbindungen (Eisenoxydul, Schwefelmetalle u. s. w.), und wird richtiger nach der Analyse des Erzes im einzelnen Falle, als nach Durchschnittszahlen ermittelt, wie sie z. B. Mayrhofer[4]) angegeben hat.

Röstmethoden.

Nachstehende Röstmethoden — von welchen diejenigen am meisten sich empfehlen, welche bei möglichster Ersparung an Arbeitslöhnen und thunlichster Erleichterung oder Beschränkung der mechanischen Arbeit die Verwerthung billiger oder werthloser Brennstoffe gestatten — sind in Anwendung:

---

1) Scheerer's Metallurgie 2, 78. Schles. Wochenschr. 1859, No. 18; 1861, S. 279. Berggeist 1861, S. 536. Plattner's Röstprocesse S. 247. Kerl, Met. 3, 126, 130. 2) Åkerman, Eisenfabrikation in Schweden 1873, S. 13. 3) Kerl, Handb. d. Eisenhüttenkunde S. 95. 111. 4) Oest. Jahrb. 10, 312.

Haufenröstung. I. Röstung in Haufen. Dieselbe erfordert keinen besonderen Apparat und wirkt auf geschwefelte Erze kräftig oxydirend, die Ausnutzung des Brennmaterials ist aber sehr unvollständig, bei discontinuirlichem Betriebe die Röstdauer bedeutend und das Röstproduct ungleichmässig, weshalb dieses Verfahren meist nur noch für brennbare Bestandtheile enthaltende Kohleneisensteine in Anwendung kommt. Die Haufen haben gewöhnlich die Form abgestumpfter Pyramiden mit oblonger Grundfläche, seltener Meilerform. Die Länge des Haufens richtet sich nach den Productionsquanten, die Breite nach der Grösse der Erzstücke, welche auf das leichtere oder schwierigere Eindringen der Luft influirt, die Höhe nach der zu entwickelnden Temperatur (Verschiedenheiten bei Kohleneisensteinen, arm oder reich an Bitumen, bei kieseligen und kalkigen Eisensteinen), der Schwierigkeit des Aufkarrens und der Korngrösse (mulmige Erze und Stückerze).

Erze ohne Bitumen. A. Bitumenfreie Erze. Meilerartig geformten Haufen giebt man 4.7—6.3 m. Durchmesser und 2.2—2.5 m. Höhe, pyramidalen 5—30 m. Länge, 4.7—6.3 m. Breite und 2.2—2.5 m. Höhe, bei mulmigen Erzen nur 1—1.3 m. Höhe.

Röstverfahren. Bei dem Rösten kommen nachstehende Manipulationen vor: Herstellung eines Röstbettes aus Holzscheiten, Astholz oder grösseren Steinkohlenstücken auf einer trockengelegten Sohle (durch Kohlenlösch, Eisenstein u. s. w.), Ausfüllen der Zwischenräume mit Brennmaterialklein (Spänen, Tannzapfen, Torf u. s. w.), Aufbringen einer 0.3—0.9 m. starken Lage von Erz in etwa faustdicken Stücken, dann einer 8—10 cm. hohen Schicht Brennmaterialklein (Kohlenlösch, Cokesklein, Tannzapfen u. s. w.) und so abwechselnd nach oben hin dickere Lagen kleiner werdender Erze und dünnere Schichten von Brennstoffabfällen, zu oberst eine nicht zu dichte Decke von Erzklein; Anzünden des Röstbettes an mehreren Stellen und möglichst rasches Abbrennen desselben; Röstdauer je nach der Grösse des Haufens, nach Witterungsverhältnissen, der Dichtigkeit und Festigkeit der Erze 8 Tage bis mehrere Wochen, selbst Monate; Wegräumen des Haufens und Abfuhr des Röstgutes am besten auf einer Schienenbahn.

Beispiele. Witkowitz[1]): Rösten von Magneteisensteinen in 3.78 m. langen, 4.95 m. breiten und 1.89 m. hohen Haufen während 3—4 Monaten mit 7.2 kg. Steinkohle, 37 kg. Cokeslösch und 0.0056 cbm. Anzündholz auf 1000 kg. Erz. Schichtung von 52—79 mm. dicker Schicht Cokeslösch, 0.473—0.552 m. Erz, 0.105 m. Cokeslösch, 0.316 m. Erz, 0.105 m. Cokeslösch, 0.316 m. Erz, 0.105 m. Cokeslösch, 0.316 m. Erz, 0.105 m. Cokeslösch, 0.316 m. Erz. — Malapane: 0.157 m. Holzkohlenklein, 0.078—0.104 m. Astholz, 0.235—0.314 m. Sphärosiderit, 0.157 m. Kohlenlösch, drei solcher zwei Lagen, 0.078—0.104 m. Astholz, dann noch wechselnde 4 Erz- und 3 Kohlenschichten, dann Decke 0.078—0.104 m. Dicke von Holzkohlenlösche, auch Einmengung von Eisenbohrspänen, welche rosten; 3—5-tägige Röstung; auf 1 cbm. Erz kommen 0.396 cbm. Holzkohle und 0.296 cbm. Holz. — Missouri: Rösten von Eisenglanz auf einer 0.78 m. dicken Schicht von Baumstämmen in Haufen von 32 m. Länge, 16 m. Breite und 5 m. Höhe, wobei die Erze an den Rändern zu Mauern angeordnet sind. — Ural[2]): Rösten von Magneteisenstein in Haufen von 3,275,000—8,000,000 kg. Inhalt mittelst Holzscheiten während 2—6 Wochen, mit 0.0309 cbm. Holz auf 50—100 kg. Erz. — Sonstige Beispiele: Oberharz[3]), England[4]) u. s. w.

---

1) Oest. Jahrb. 10, 303. 2) Tunner, Russl. Montan-Industr. 1871, S. 113. 3) Kerl, Met. 1, 378. 4) Preuss. Ztschr. 8, 71.



Erze mit Bitumen.

B. Bitumenhaltige Erze (Kohleneisensteine). Haufen von 40—60 m. Länge, 6—11 m. Breite und 1—5 m. Höhe je nach dem Bitumengehalt. Kleinere Haufen werden entweder mit einem Male abgeröstet, grössere in der Art, dass der vordere Theil abgeröstet ist, der mittlere noch röstet und der hintere gesetzt wird (Schottland).

Röstverfahren.

Errichten des Haufens mit Kläredecke, Anzünden mittelst an dem Fuss in Höhlungen oder flachen Gruben ringsum aufgeschütteter brennender Steinkohlen oder bei bitumenarmen Erzen in mit Holzspänen gefüllten, beim Setzen angebrachten Zündcanälen. Zusatz von bitumenfreien Erzen bei sehr bitumenreichen (Schottland); hohe Temperatur und hohe Haufen bei nahezu senkrecht gestellten schwefelkiesreichen Erzstücken, aber ohne Kläredecke, wobei Sinterung zuweilen nicht zu vermeiden bei blauschwarzer, metallisch glänzender Färbung, leichter eintretend bei eisenreichen, als eisenarmen Erzen; bei zu schwacher Röstung dunkle Farbe ohne Glanz, bei guter Röstung dunkelrothe Färbung.[1]) In reducirender Atmosphäre zu stark geröstet, bildet sich zuweilen schwach gekohltes Eisen.

Beispiele.

Westphalen.[2]) Haufen bis 38 m. Länge, bis 9.5 m. Breite und 0.63—2.8 m. Höhe; Brennzeit 3—4 Wochen bei Haufen von 330—550 cbm. Inhalt. Röstverlust 25—46 Proc. — Schottland[3]) und Staffordshire[4]): Haufen von 10—11 m. Breite und 3—4 m. Höhe bei nach der Länge allmälig fortschreitender Röstung. — Aitken[5]) führt beim Rösten Wasser in feinen Strahlen zu.

Stadelröstung.

II. Röstung in Stadeln. Stadeln sind mit 1.8—3.8 m. hohen Mauern umschlossene Räume, mit durch Eisenplatten zu verschliessenden Oeffnungen zum Ein- und Austragen des Erzes von einer oder zwei kurzen Seiten bei rectangulärer Gestalt (6 × 7 und 4 m.). Die Erze werden in denselben ähnlich, wie in freien Haufen eingeschichtet und auch sonst so behandelt; Stadeln haben vor freien Haufen die Vorzüge, dass das Brennmaterial etwas vollständiger ausgenutzt wird und der Luftzutritt durch Oeffnungen von etwa 15—16 cm. im Querschnitt und 50—60 cm. von einander in den Mauern, sowie auch wohl durch mit Roststäben bedeckte Canäle in der Sohle besser regulirt werden kann. (Oberhalb der Roststäbe spart man beim Besetzen der Stadel einen schachtartigen Raum aus, der mit Brennmaterial gefüllt wird). Dagegen theilen sie mit den Haufen die Nachtheile des höhere Arbeitslöhne erfordernden discontinuirlichen Betriebs und stehen hinter denselben noch zurück wegen unbequemerer Ein- und Ausladung, längerer Abkühlung und eines Anlage- und Unterhaltungskosten verursachenden Apparates, so dass man Stadeln meist nur für mulmige und schwefelhaltige Eisenerze, sonst aber immer eigentliche Schachtöfen mit continuirlichem Betriebe vorzieht.

Beispiele.

Ilsenburg.[6]) Stadeln von 8 m. Länge, 5.5 m. Breite und 2 m. Höhe mit 4 Reihen Luftcanälen von 0.156 m. im Querschnitt und einem Luftcanal unter der Sohle. Fassungsraum für 66 cbm. Eisenerz; 1 cbm. erfordert 0.359 cbm. Quandelkohle und 4⅕ Stück Reisigwellen. Ein Arbeiter bewegt täglich 3.55 cbm. Erz. — Sonstige Beispiele[7]): Heinrichshütte in Westphalen für Kohleneisensteine; Vordernberg, Südstaffordshire, Röstsaigern von Puddelschlacken, mit Steinkohlengrus geschichtet, in Stadeln mit Luftlöchern über dem Boden,

1) Analysen in B. u. h. Ztg. 1858, S. 74. 2) Preuss. Ztschr. 9, 168. B. u. h. Ztg. 1858, S. 74; 1859, S. 70; 1862, S. 82. 3) Preuss. Ztschr. 8, 70. 4) B. u. h. Ztg. 1862, S. 211. 5) Berggeist 1870, No. 10. 6) Kerl, Met. 3, 119. 7) Kerl, Met. 1, 383.

wobei eine phosphorreiche Schlacke aussaigert, welche sich am Boden unter den Luftlöchern ansammelt oder durch diese ausfliesst und weggeworfen wird, während der gereinigte aufgelockerte Rückstand (Dörnerschlacke, Bulldog) zur Nutzung kommt. Rostfeuerungen statt der Zuglöcher machen ein Einstreuen von Brennmaterial überflüssig.

III. Röstung in Schachtöfen. Dieselbe gestattet im Vergleich zu Haufen und Stadeln einen continuirlichen Betrieb, vollständigere Ausnutzung des Brennmaterials, bessere Regelung der Temperatur und eine gleichmässigere, billigere Röstung. Schachtofenröstung.

Der Röstraum wird von einem aus feuerfesten Ziegeln von 0.24—0.26 m. Länge gebildeten Kernschacht umgeben, welcher der grösseren Wärmeausstrahlung wegen seltener von einem Eisenmantel, als von einem verankerten und mit Austrocknungscanälen versehenen Rauhgemäuer mit Zwischenraum zwischen beiden (Füllung) zusammengehalten wird. Die Gicht der Oefen liegt entweder frei oder ist mit einem 6—10 m. hohen Schlot versehen wenn schwefelreichere Erze zur Röstung kommen und der schädliche Einfluss der schwefligen Säure, der wasserfreien schwefelsauren Salze, heisser feiner Erz- und Kohlentheilchen u. s. w. auf die Vegetation verhütet werden muss (Siegen). Die dann anzubringenden Chargirthüren sind der herrschenden Windrichtung zugekehrt anzulegen. Kern- und Rauhschacht enthalten je nach der Gestalt und Grösse des Ofens eine oder mehrere Ziehöffnungen, vor denen beim Ablöschen schwefelhaltiger Erze mit Wasser, sowie zum Schutz der Umgebung gegen Erzstaub mit dem Schornsteine verbundene geschlossene Vorbaue anzubringen sind. Zuweilen dient der ganze Boden als Ziehöffnung (Siegen, Anina). Die Ziehöffnungen gestatten entweder auch eine Luftzuführung oder es müssen im Ofengemäuer besondere Canäle oder in der Ofensohle Roste dazu vorhanden sein. Zur Erleichterung des Ziehens dient ein Abrutschkegel oder Sattel auf der Ofensohle oder eine blosse Neigung derselben nach der Ausziehöffnung. Gewöhnlich befindet sich vor den Ziehöffnungen im Kernschacht ein Arbeitsgewölbe im Rauhschacht und zuweilen sind über den Ziehöffnungen Störcanäle zur Beseitigung von Versetzungen im Ofen mittelst Brechstange angebracht. Sind mehrere Ausziehöffnungen, welche möglichst zugängig sein müssen, vorhanden, so muss der Ofen im unteren Theile frei liegen, bei nur einer legt man denselben zweckmässig an einen Bergabhang, welcher oberhalb des Ofens den Lagerplatz und im Niveau der Ofensohle die Gicht des Eisenhohofens hat (Südwales, Lerbach am Harz). Der untere Theil des Ofens dient zum Abkühlen des Röstgutes. Ofenconstruction.

Die Zeitdauer von einer Ziehung zur andern richtet sich hauptsächlich nach der Dichtigkeit des Erzes, der Menge auszutreibender Stoffe u. A. Zur Erzielung günstiger ökonomischer Resultate bezahlt man die Arbeiter am besten im Accord nach dem Gewichte gut gerösteten Steines und gewährt ihnen eine Prämie für Brennstoffersparniss. Ofenbetrieb.

Je nach ihrer Befeuerungsart lassen sich die Schachtröstöfen wie folgt classificiren: Ofenclassification.

A. Schachtöfen mit Brennmaterialeinschichtung. Dieselben gestatten bei einfachem Betriebe eine vollständigere Ausnutzung Vortheile.

eines minderen Brennmaterials, schliessen aber eine oxydirende Wirkung mehr aus, als die mit Flamme oder Gasen geheizten Oefen und sind deshalb besonders da vortheilhaft, wo nur Auflockerung dichter Erze und Austreiben von Wasser und Kohlensäure, aber keine kräftige Oxydation beabsichtigt wird. An den Contactstellen mit dem Brennmaterial geht Eisenoxyd leicht in schmelzbares Eisenoxyduloxyd über und das Röstgut wird von der Asche verunreinigt. Cokeslösch und Cinder zusammen ergaben im Siegen'schen ein grösseres Durchsetzquantum, als jedes für sich.

Construction. Die innere Gestalt der Oefen ist entweder eine prismatische, cylindrische, abgestumpft kegelförmige oder complicirter zusammengesetzte, weniger zweckmässig nach oben verengt (bei mulmigen, leicht zerspringenden oder sehr nassen Erzen), als nach oben erweitert wegen besserer Wärmeausnutzung, leichterer Verhütung von Sinterungen und weil durch Verbrennung des eingeschichteten Brennmaterials die Masse immer mehr an Volumen verliert. Eine bauchförmige Erweiterung mitten im Schachte, früher häufig in Anwendung, oft aber als zwecklos und schwierig herzustellen verworfen, giebt zu Komorau[1]) bessere Resultate, als ein nach oben erweiterter Ofen. Ein runder Querschnitt begünstigt eine gleichmässige Röstung, eine dauerhafte Construction und mindert die Wärmeausstrahlung, macht aber die Ofenherstellung theurer, erfordert grossen Raum und bei grosser Gichtweite wird das Chargiren und der regelmässige Niedergang der Gichten erschwert, wenn man nicht mechanische Aufgebevorrichtungen anwenden will (Borrieofen). Für grössere Productionen zieht man deshalb einen oblongen, für das Chargiren bequemeren Querschnitt vor, der die Anwendung gewöhnlich geformter Ziegelsteine gestattet und dabei vor dem quadratischen Querschnitt den gleichmässigeren Niedergang der Gichten voraus hat. Man wählt letzteren aber bei mulmigen, dicht liegenden Erzen, wo dann die Heizgase durch die lockeren Erzanhäufungen in den Ecken aufsteigen und auch in die Mitte treten, wenn man hierhin dickere Stücke gebracht hat. Der ovale Querschnitt beseitigt das Hängenbleiben der Massen in den Ecken (Kladno), was man bei oblongen Oefen auch durch das Brechen der Ecken zu erzielen sucht (England). Es giebt auch Oefen mit polygonalem Querschnitte, welche, wie die kreisrunden, ein regelmässiges Niedergehen der Beschickung gestatten und sich aus gewöhnlichen Steinen bauen lassen. Zuweilen kommen zwei Körperformen vor, z. B. Cylinder oben und abgestumpfter Kegel unten (Lerbach im Oberharz), unten Würfel und oben Cylinder, beide durch ein Polygon verbunden (Siegen) u. s. w. Von der Grösse des Querschnittes (2—5 m. Weite) hängt im Wesentlichen die Production eines Ofens ab, während die Höhe (2.5—15 m.) hauptsächlich von der Festigkeit des Erzes beeinflusst wird. Bei gleichem Brennstoffverbrauch giebt ein höherer Ofen wegen vollständigerer Wärmeausnutzung eine grössere Production als ein niedrigerer. Die grösste Leistung bei ökonomischster Nutzung des Brennmaterials zeigt der Borrieofen. Bei verschiedener Gestalt und

1) B. u. h. Ztg. 1873, S. 38.

Höhe können die Oefen mit einem Rost (Plan-, Kegel-, Sattel-, Treppenrost u. s. w.) versehen sein oder nicht. Für schwefelreiche dicht liegende Erze giebt man den Oefen einen inneren Luftschacht oder lässt den Kernschacht aus Ringen mit Zwischenräumen bestehen (Wagner's Ofen).

Beim Betriebe der Schachtofenröstung kommen nachstehende Arbeiten vor: — Arbeiten beim Rösten.

a. Das Austrocknen und Inbetriebsetzen des Ofens durch Verbrennung von Brennmaterial auf einem vor den Ziehöffnungen angebrachten Roste oder auf dem auf der Ofensohle vorhandenen Rost, dann Füllen des Ofens mit viel Brennmaterial und wenig Erz.

b. Aufgeben von abwechselnden Lagen Erz und Brennmaterialabfällen (Holzkohlenlösche, Cokesklein, Cindern u. s. w.), je nach der Grösse des Ofens mittelst Körben, Kästen, Wagen mit beweglichem Boden oder beweglichen Seitenwänden (wobei wohl der Boden konisch ist oder das Ausstürzen über einem festen Kegel im Ofen — Ilsenburg — geschieht, um das Erzklein an die Wände, die grösseren Stücke in die Mitte zu bringen, was sonst durch Kratzen oder Harken geschehen muss), oder mittelst mechanischer Vorrichtungen an der Gichtmündung (Borrieofen). 1 Theil Cokeslösche trägt 20—30 Theile, grobe Holzkohlenlösche (Quandelkohle) bis 32, wenn staubartig nur 8—10, und Steinkohlenklein 6—10 Theile Erz; gute Steinkohlen dagegen im Borrieofen 29—30 Theile Erz bei der grössten Production.

c. Ausziehen von Röstgut (etwa $^1/_5$—$^1/_4$ der Ofenfüllung) von Zeit zu Zeit, bis sich glühendes Erz und Brennmaterialtheile zeigen, Nachfüllen der offenen Gicht in der Weise, dass sich zu oberst eine Erzlage befindet, zuweilen Ueberrieseln des noch heissen Erzes bei einem grösseren Schwefelgehalt mit Wasser (Fig. 14, S. 72), worauf das Erz häufig noch einem Verwittern, Auslaugen und Zerkleinern unterworfen wird.

d. Beseitigung eingetretener abnormer Zustände während des Betriebes, z. B. Auflockern einer mulmigen Beschickung mittelst von oben eingestochener Löcher zur Herstellung des unterbrochenen Luftzuges, Stören in Folge zu hoher Temperatur gesinterter Klumpen durch die Störlöcher mit Brechstangen, Abbrechen an Brennmaterial, Putzen eines vorhandenen Rostes u. s. w.

Nachstehende Beispiele erläutern die hauptsächlichsten Ofenconstructionen: — Beispiele.

1. Oefen ohne Rost. Dieses sind die wegen ihrer Einfachheit und Solidität gebräuchlichsten. Bei nicht sehr schwefelhaltigen Erzen genügt der Luftzutritt durch die Ausziehöffnungen, bei schwefelreichen muss ein innerer Luftschacht angebracht werden. — Rostlose Oefen.

a. Oefen ohne inneren Luftschacht. Dieselben unterscheiden sich hauptsächlich durch die Gestalt des Querschnittes. — Ohne Luftschacht.

α. Runde Oefen. Oberharz (Fig. 11). *a* cylindrischer Theil, 2.5 m. weit und hoch, abgestumpfter Kegel darunter 1.88 m. hoch und unten 1.26 m. weit. *b* Rauhgemäuer 5.65 m. breit und 5.02 m. hoch. *c* Gichtöffnung. *d* Ausziehöffnungen, 0.84 m. weit und 0.73 m. hoch. Täglicher Erfolg 18—19.5 cbm. — Runde Oefen.

gerösteter Rotheisenstein. Auf 1 cbm. Röstgut gehen 0.3 cbm. Quandelkohlen, 8 Stück Astwasen und 1.8 M. Röstkosten, welche beim Haufenrösten auf 2.25 M. steigen.[1]) Ein ähnlicher Ofen befindet sich zu Vörösvágás in Ungarn[2]) — Kladno.[3]) Cylindrische Oefen von 2.8 m. Weite und 4.9 m. Höhe mit 3.77 m. hohem hohlen Abrutschkegel von 1.4 m. Durchmesser unten, mit 42,000 kg. Fassungsraum und 8400 kg. Fassungsraum und 8400 kg. Durchsetzquantum in 12 Stunden. — Siegen.[4]) Zur Charlottenhütte: cylindrischer Ofen von 3.138 m. lichter Weite und 4.707 m. Höhe, 0.261 m. dickem Kernschacht, 0.052 m. weiter Füllung und 0.785 m. dickem sechseckigen Rauhgemäuer; 3 Ausziehöffnungen von 1.25 m. Breite, hinten 0.941 und vorn 1.250 m. hoch. Tägliches Röstquantum 20,000 kg. Spatheisenstein mit 0.549 cbm. Brennmaterial. Sonstige Constructionen im Siegen'schen sind noch: bei Gosenbach Oefen mit oblongem Gestell von 0.627 m. Breite, 1 250 m. Tiefe und 0.783 m. Höhe mit cylindrischem, 3.29 m. hohem und 1.88 m. weitem Schacht, 2 Ziehöffnungen, Rost über dem Gestell, nach dem Anwärmen des Ofens zu entfernen, tägliches Durchsetzquantum 14,000—16,000 kg. mit 0.494—0.549 cbm. Cokeslösch; zur Grube Honigmund cylindrischer Schacht von 3.452 m. Höhe und 2.04 m. Weite mit conischem Boden, dessen Grundfläche 1.098 m. weit, mit 2 oder 3 Ziehöffnungen; zu Rosengarten cylindrischer Schacht von 3.295 m. Höhe und 2.510 m. Weite, Conus am Boden, 2 oder 3 Ausziehöffnungen; Rolandshütte, abgestumpft konischer Schacht aus 0.183 m. dickem Mauerwerk mit an 4 Säulen so befestigtem Eisenmantel, dass die kleine Grundfläche 0.785 m. über dem eisernen Boden bleibt. Der Raum zwischen beiden dient als Ziehraum. Höhe des Schachtes 2.51—3.76 m., obere lichte Weite 3.14—3.8 m., untere lichte Weite 0.94—1.88 m., Höhe der Säulen 1.88—2.19 m. (Siehe die nach ähnlichem Princip gebauten Cleveländer Oefen, Fig. 12.) Tägliches Röstquantum 10—15,000 kg. mit 10 Proc. Brennmaterial (Kleincokes und Puddelofencinder) und 0.13 M. Röstkosten pro 100 kg. Brauneisenstein. — Anina[5]) im Banat hat für Kohleneisensteine transportabele, dem Rolandshütter ähnliche Oefen, welche sich leicht herstellen lassen und nur einer geringen Fundamentirung bedürfen. — Cleveland.[6]) Gjer's Röstofen hat die in Fig. 12 angegebene Einrichtung: *a* Mauerwerk, 40 cm. dick, mit Eisenmantel umgeben, Schacht an der Gicht 4.393, mitten 6.285 und am Boden 5.65 m. weit, das Untertheil 2.875, das Obertheil 3.817 m. hoch. *b* Säulen 0.706 m. hoch. *c* Fundamentplatte von 6.276 m. Durchmesser, 7.541 m. unter der Gicht. *d* Conus von 2.510 m. Durchmesser und gleicher Höhe, mit 8 Luftcanälen im Fundamentmauerwerk zwischen Kappe *e* und Untertheil. *f* Luftzüge. Wöchentliches Röstquantum 812,752 kg. mit 1 Theil Kleinkohle auf 24—25 Theile Erz. Man hat auch rings um die Grundfläche Klappen und kleine Ausräumöffnungen angebracht. — Borrie[7]) hat einen cylindrischen Ofen mit Eisenmantel und

Fig. 11.

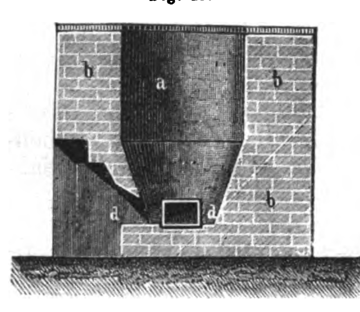
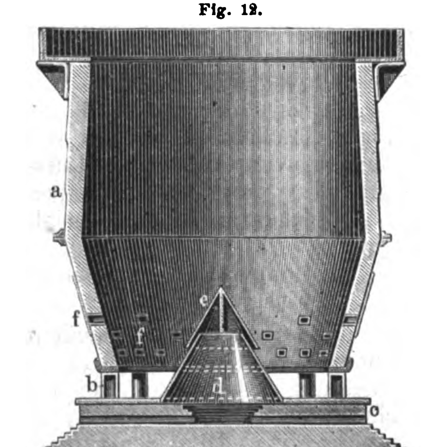


Fig. 12.



1) Kerl, Met. 1, 400; 3, 122. B. u. h. Ztg. 1865, S. 208. 2) Kerpely, Eisenhüttenwesen Ungarns 1872, S. 143. 3) B. u. h. Ztg. 1870, S. 376; 1872, S. 337. Berggeist 1870, S. 609. 4) B. u. h. Ztg. 1871, S. 370. Berggeist 1870, No. 97. 5) Kerpely, Eisenhüttenwesen Ungarns 1872, S. 252. 6) B. u. h. Ztg. 1867, S. 218; 1872, S. 440. 7) B. u. h. Ztg. 1870, S. 61; 1873, S. 125, Taf. 3, Fig. 13. Berggeist 1870, No. 4. Kerpely, Fortschr. 7, 50.

0.471 m. dickem Schachtfutter von 6.59 m. Weite und 12.552 m. Höhe von der konischen Sohle der 3 Ausziehöffnungen an vor letzteren mit Schieberverschluss versehen, bei dessen Niedergang die hervorrollenden Erze über die Oberkante des Schiebers in Wagen fallen. Die Gicht des Ofens enthält mehrere feststehende Chargirdächer mit Klappen, welche sich beim Chargiren selbstthätig öffnen. Die Röstgase ziehen an der Peripherie der Gicht nach oben in Essen oder nach unten in horizontale Röhren ab, je nach Stellung eines Registers. Bei einem Fassungsraum von 558,767 kg. liefert ein Ofen 152,391—203,188 kg. mit 1 Theil Kohlen auf 29—30 Theile Erz.

Ovale Oefen.

β. Ovale Oefen. Kladno.[1]) Nach dem Princip der Cleveländer Oefen (Fig. 12) eingerichtet. Auf 0.63 m. hohen Füssen ruhender ovaler Schacht, 18.8 m. innen lang, 2.5 m. weit, 3.3 m. hoch und 0.32 m. dick, durch Ankerplatten zusammengehalten; der Länge nach auf der Sohle ein gemauertes Rutschdach von 1.4 m. Höhe, 2 m. Breite an der Basis mit 0.8 m. hohem inneren Spalt, welcher durch Röhren Luft zugeführt erhält, die durch seitliche Oeffnungen von 0.16 m. im Querschnitt ins Ofeninnere strömt. Fassungsraum 201,600 kg., Röstquantum in 12 Stunden 33,600 kg. Ein solcher Ofen producirt 4mal so viel, als ein cylindrischer (S. 70) bei nur doppelten Anlagekosten.

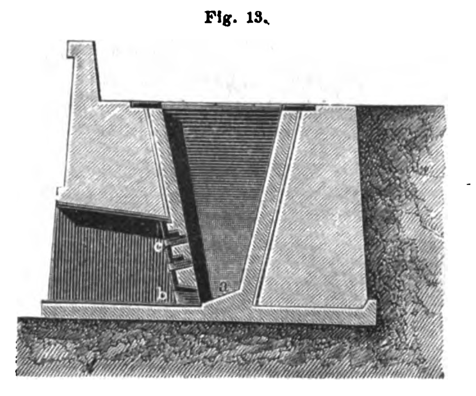
Quadrat. Oefen.

γ. Quadratische Oefen. Ilsenburg, Ofen für kleine, dicht liegende Rotheisensteine (S. 68). Höhe 4.5 m., lichte Weite unten 1.2 m., oben 1 m., Abrutschdach 0.6 m. hoch. Zwei Ausziehöffnungen 1.2 m. weit und 0.5 m. hoch. Eisenkreuz mit Sturzkegel in der Mitte.

Oblonge Oefen.

δ. Oblonge Oefen, in England[2]), mit und ohne gebrochene Ecken und nach unten sich verengernd, sehr gebräuchlich. Dowlais (Fig. 13): Oefen 6 m. lang, 3 m. breit und 4–5 m. hoch. *a* geneigter Boden. *b* Ausziehöffnungen, 0.5—0.6 m. hoch, die eine lange Seite fast ganz einnehmend. *c* Löcher zum Stören und zum Luftzutritt. Röstquantum eines Ofens von 71,120 kg., Fassungsraum 20,320 kg. Erz in 24 Stunden. Aufwand von 5 Proc. Kohlenklein für Erze aus der Steinkohlenformation. — Komorau.[3]) Querschnitt oben 2.53 × 1.49, unten 2.2 × 1.1 m. Diese oblongen Oefen leisten weniger, als bauchige Oefen (S. 68) von 4.7 m. Höhe, 3.14 m. Weite im Kohlensack und 2 m. Weite an der Gicht; die Förderung ist geringer und es bleibt mehr roher Stein. Kladno.[4]) Obere Weite 4.47 m. hoch, 6.28 m. lang und 3.14 m. weit.

Fig. 13.



Ringöfen.

ε. Ringöfen. Hoffmannsche Ringöfen, wie sie zum Ziegel- und Kalkbrennen[5]) benutzt werden, sind von Gruner mit der Modification empfohlen, dass man die Erze oben einkarrt und unten auszieht und die Feuerung entweder durch eingestreutes Brennmaterial oder durch seitliche Flammfeuerung oder durch Gasfeuerung ausführt. Der Ofen gestattet einen continuirlichen Betrieb bei vortheilhaftester Ausnutzung des Brennmaterials und gewährt grosse Productionen.

Oefen mit Luftschacht.

b. Oefen mit innerem Luftschacht. Dieselben sind von Wagner[6]) in Steyermark für kiesige Erze in Anwendung gebracht.

Beispiele.

Bei der einen Construction[7]) besteht das Aeussere des Ofens aus einem cylindrischen Gerüst mit ringförmigen gusseisernen Platten mit Zwischenräumen und innerem durchbrochenen Luftschacht; bei einer anderen wohlfeileren und

1) B. u. h. Ztg. 1870, S. 376. 2) B. u. h. Ztg. 1862, S. 211. Versuche zu Königshütte: Preuss. Ztschr. 11, 336. 3) B. u. h. Ztg. 1873, S. 38. 4) B. u. h. Ztg. 1870, S. 376. 5) Muspratt-Kerl, techn. Chem. 2. Aufl., 5, 574. B. u. h. Ztg. 1872, S. 182. 6) Rittinger's Erfahr. 1860, S. 38; 1868, S. 15. B. u. h. Ztg. 1860, S. 103; 1862, S. 56. 7) B. u. h. Ztg. 1870, S. 60, Taf. II, Fig. 9.

dauerhafteren Construction zu Mariazell (Fig. 14) bezeichnet: *A* zwei oblonge Schächte von je 19.91 m. Länge und 0.948 m. Breite. *a* hohle Scheidewand mit Zügen *i*. *b* dachförmige Mauern von 0.632 m. Breite, welche den Ofen unten in



1.34 m. lange Abtheilungen theilen. *c* Ziehöffnung in jeder Abtheilung. *d* Wasserrohr zur Abkühlung des glühenden Röstgutes. *n* Behälter zur Aufnahme des abfliessenden Wassers. *f, e, g, h* Luftzüge. *m* Störöffnungen. *l* Hauptluftcanal. — Witkowitz.[1]) Hohe und enge Oefen für quarzigen Magneteisenstein; Durchsetzquantum in 24 St. 15,000—20,000 kg. mit 7 Proc. Kleinkohle und Cindern. — Jenbach.[2]) Durchsetzquantum 3000 kg. Eisenspäthe in 24 St. mit 1.41 cbm. Kohlenlösch pro 100 kg. Röstgut.

Oefen mit Rost.

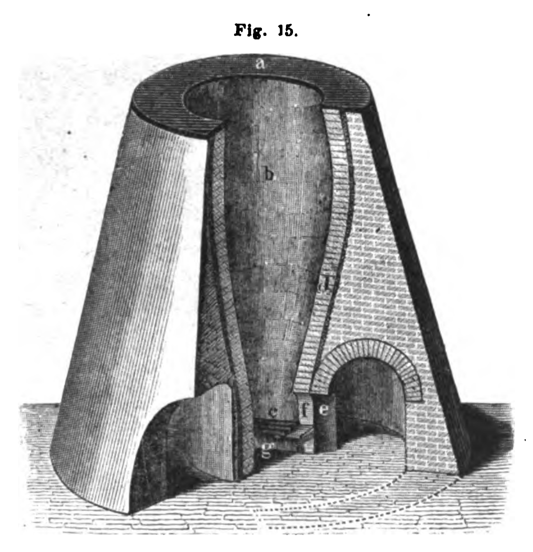
2. Oefen mit Rost. Roste gewähren zwar eine gleichmässigere und kräftigere Luftzuführung, was besonders bei schwefelhaltigem Erz und dichtem Brennmeterial erwünscht ist, werden aber leicht wandelbar. Am besten wählt man bei an Kiesen reichen Erzen Treppenroste; Planroste zerbrechen leicht und vertragen kein Erzklein oder Erze, welche leicht zerspringen, während Kegel- und Sattelroste zwar dem Zerbrechen mehr widerstehen und das Herab-

1) B. u. h. Ztg. 1872, S. 130, Taf. 4, Fig. 24. 2) B. u. h. Ztg. 1873, S. 93.

rollen des Erzes begünstigen, aber beim Ziehen desselben bedeutend abgenutzt werden.

a. Mit Planrost. Meist findet das Ausziehen der Erze über dem Rost weg durch Ziehöffnungen statt; zuweilen fehlen letztere und man lässt den Eisenstein durch Herausnehmen von Roststäben in den Aschenfall gelangen, nachdem oberhalb des eigentlichen Rostes ein verlorner Rost geschlagen, eine mühsame Arbeit. Planrostöfen.

Fig. 15.

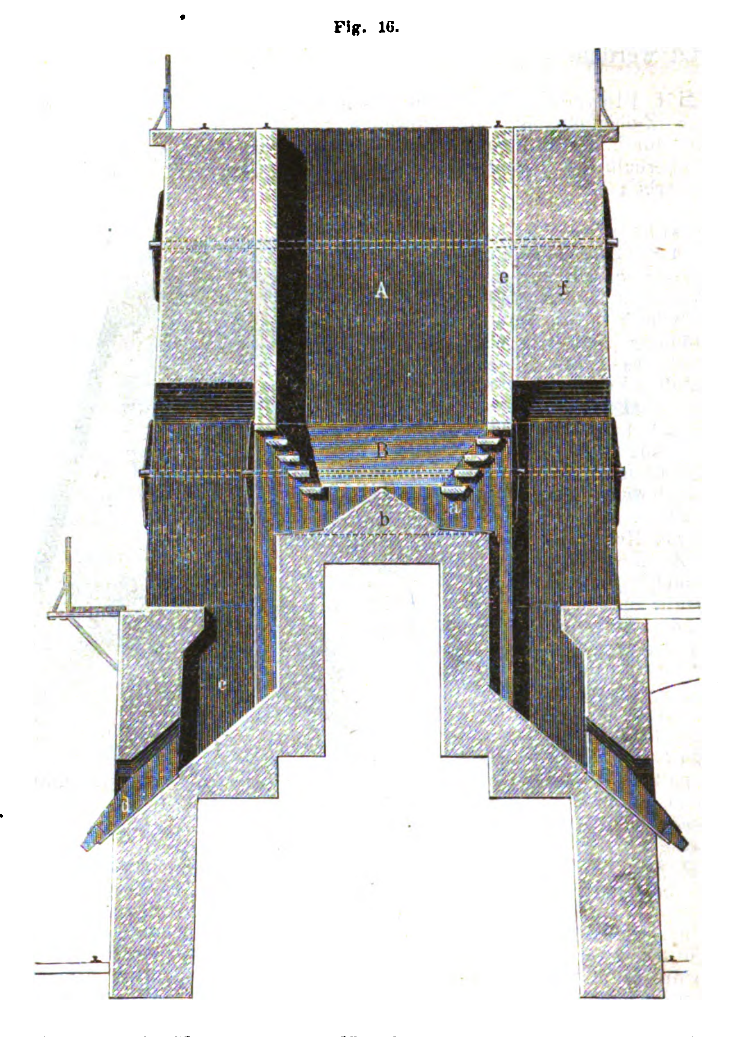


Oberschlesien[1]) (Fig. 15). Höhe 4.39—5.65 m., Weite an der Gicht *a* 2.1 m., im Bauche *b* 2.35 m., am Roste *c* 0.94 m. *d* Schachtfutter. *f* und *e* Ziehöffnungen von 0.63 m. Breite und 0.418 m. Höhe. *g* Aschenfall Verbrauch von $^1/_3$—$^2/_5$ Vol. Cindern und Cokesklein auf $3^1/_2$ Vol. Sphärosiderit. — Vordernberg.[2]) Aeltere Oefen enthalten zwei, durch eine Scheidewand getrennte Roste, ältere Siegen'sche Oefen[3]) zwei Roste über einander. — Zu Heft fällt das Röstgut nach dem Wegziehen der Roststäbe auf eine geneigte Fläche und rutscht auf dieser ins Transportgefäss. — In Witkowitz[4]) setzt man in einem Ofen von 1.88 m. Durchmesser auf 1 Theil Gruskohlen 5—5.5 Theile thonigen Sphärosiderit. — Zu Trzynietz[5]) röstet man Karpathensphärosiderite in Oefen von 5.6 m. Höhe, oben und unten 1.26, und 0.94 m. unter der Gicht von 1.7 m. Weite mit 4 Proc. Steinkohlen und Holzkohlenlösch.

b. Oefen mit Treppenrost. Dieselben gestatten ein bequemes Ausziehen der Erze und einen reichlichen Luftzutritt, ohne dass der Rost von der Beschickungssäule stark belastet wird. Eisenerz[6]) (Fig. 16), für schwefelkieshaltige Spatheisensteine, eine von Wagner[7]) angegebene verbesserte Construction: *A* Schacht 12.02 m. lang, 2.85 m. breit und über dem Treppenrost 4.11 m. hoch. *B* Treppenroste, 4 Stück an jeder langen Seite, jeder 2.13 m. lang und 0.79 m. hoch, je 2 zu einer Ausziehöffnung *a* von 1.264 m. Weite und 1.30 m. Höhe an jeder Seite gehörig. *b* Abrutschkegel von 1.58 m. Durchmesser und 0.632 m. Höhe. *c* Lutte zur Aufnahme der ausgezogenen Erze. *d* Ablaufbahn. *e* Kernschacht, 0.316 m. dick. *f* Rauhgemäuer 1.106 m. dick. Verbrauch an Steinkohlenlösche 4 Proc., Erzeugung pro Ofen in 24 St. 20,000 kg., Röstverlust der Spatheisensteine 25 Proc., Durchsetzzeit des Roherzes bei Stufferzen 4 Tage, bei Gemengen von Gross- und Kleinerzen 6—8 Tage, Arbeitslohn pro 100 kg Rösterz 5 Kreuzer Oest. — Rhonitz[8]), langgestreckte, 6.322 m. lange und kreisrunde Oefen mit Treppenrost und durchlöchertem Abrutschdach (Schweinerücken, Grieserik). Fassungsraum eines langgestreckten Ofens 80,000 kg. Durchsetzquantum in 24 St. 20,000 kg. bei 2maligem Ziehen. Treppenrostöfen.

1) Plattner's Rostproc. 1856, S. 58. Kerl, Met. 3, 124. 2) Kerl, Met. 1, 404; 3, 125. Plattner's Röstproc. S. 61. 3) Kerl, Met. 1, 401; 3, 126. 4) Oest. Jahrb. 10, 308. 5) Oest. Ztschr. 1857, S. 269. 6) Handschriftl. Mitthl. des Herrn F. Bazant. Berggeist 1870, S. 96. 7) Oest. Ztschr. 1856, S. 31; 1858, S. 227, 253. Kerpely, Fortschr. 5, 40. 8) B. u. h. Ztg. 1866, S. 138; 1872, S. 130. Kerpely, Eisenhüttenwesen Ungarns, S. 187 (mit Abbildung).

Fig. 16.



Kegelrost-öfen.

c. Oefen mit Kegelrosten. Neudeck[1]) (Fig. 17). Höhe des Schachtes von *a* bis *b* 4.74 m. bei 2.05 m. Durchmesser. *c* Sohle von 1.264 m. Durchmesser bei 1.58 m. Höhe des unteren Ofenraumes. *e* Kegelrost mit Hut. *f* von 0.948 m. Höhe und 0.948 m. Durchmesser an der Basis. *d* Luftcanal unter dem Rost. *g* Ausziehöffnungen. Bedecken des Rostes bis 0.316 m. über die Spitze mit 0.945 cbm. Holzkohlenklein, darauf Erzschicht von 6.93 cbm. Erz, dann 0.756 cbm. Kohlenlösch, 6.3 cbm. Erz, 0.63 cbm. Kohlenlösch, 6.3 cbm. Erz; vollständiges Leeren des Ofens nach 48 St. — Unter-Metzenseifen.[2]) Höhe 3.48 m., Weite 1.58 m., tägliche Production an geröstetem Eisenspath 6000—7000 kg. bei einem Verbrauch von 0.158 cbm. Kohlenlösch pro 1000 kg. Röstgut.

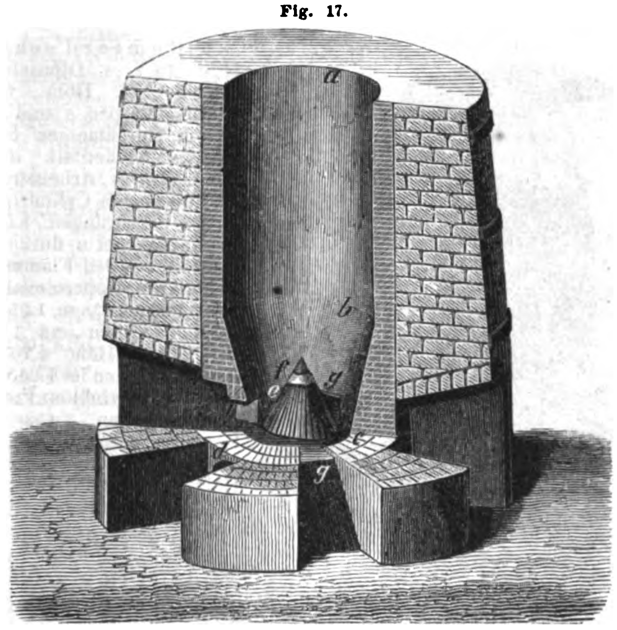
Sattelrost-öfen.

d. Oefen mit Sattelrosten (Schweinerücken, Grieserik), das ist rostartig durchbrochenem Dach auf der Ofensohle. Mägdesprung.[3]) 5.57 m. hoch, 1.36 m.

1) Plattn. Röstpr. S. 60. 2) Kerpely, Eisenhüttenwes. Ungarns, S. 75. 3) B. u. h. Ztg. 1854, S. 405.

weit an der Gicht, 3.14 m. im Kohlensack, am Boden 1.25 m. Gusseiserner Sattelrost 1.25 m. breit und 0.55 m. hoch, zwischen zwei Ausziehöffnungen. Durchsetzquantum in 24 St. 3.863 cbm. Sphärosiderit oder 3.337 cbm. Spatheisenstein mit

Fig. 17.



resp. 0.596 und 0.485 cbm. Quandelkohlen. — In Rhonitz (S. 73) ist ein Schweinerücken im Treppenrostofen vorhanden.

B. Schachtöfen mit Flammenfeuerung. Das Erz wird nur von der Flamme des ausserhalb oder innerhalb des Ofens auf Rosten verbrennenden Brennmaterials erhitzt und dieses weniger vollständig, als bei Einschichtung ausgenutzt, aber die beliebige Erzeugung einer oxydirenden oder reducirenden Wirkung, sowie eine bessere Regulirung der Hitze und des Niederganges der Massen möglich, wobei aber die Feuerung stete Bewartung und eine gleichmässige Erzvertheilung beim Chargiren Aufmerksamkeit erfordert. Wegen kräftig oxydirender Wirkung waren diese Oefen früher häufiger als jetzt für schwefelreichere Erze in Anwendung, sind aber wegen Erfordernisses eines grösseren Aufwandes an Brennmaterial, welches gut flammbar sein muss, sowie häufiger Reparaturen namentlich am in grösserer Quantität vorhandenen Eisenwerke, den Oefen mit eingeschichtetem Brennstoff oder den Gasröstöfen vielfach gewichen. Bei innerer Feuerung wird das Erz von den Feuergasen vollständiger durchstrichen, als bei äusserer, was man noch, allerdings bei ungünstigerer Ausnutzung der Flamme, durch Erweiterung des Ofenschachtes nach unten, also Auflockerung der Erze begünstigt. Die Oefen dürfen nicht zu hoch sein. Man legt die Roste so hoch, dass das Erz sich in dem Raume darunter abkühlen und dabei die durchstreichende Verbrennungsluft sich erwärmen kann. Wasserdampf ist in solchen Oefen wirksamer, als bei Einschichtung von Brennmaterial, jedoch selten in Anwendung (S. 64). Flammenschachtöfen.

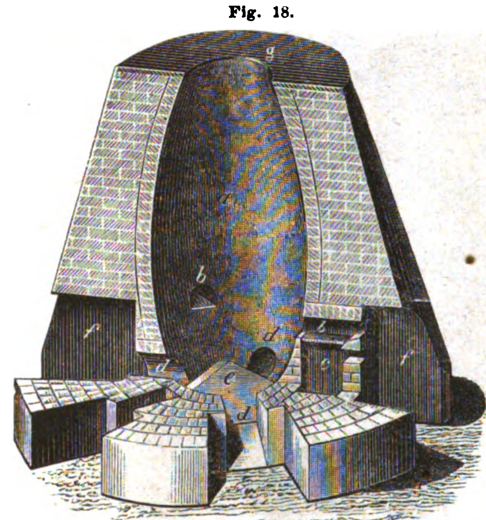
Aussen-feuerung.

1. **Oefen mit äusserer Feuerung.** Die Flamme ist geneigt, an den Schachtwänden empor zu ziehen. Durch Anbringung eines centralen durchlöcherten Zugrohres [1]) hat man sie gleichmässiger verbreiten wollen.

Beispiele.



Fig. 18.

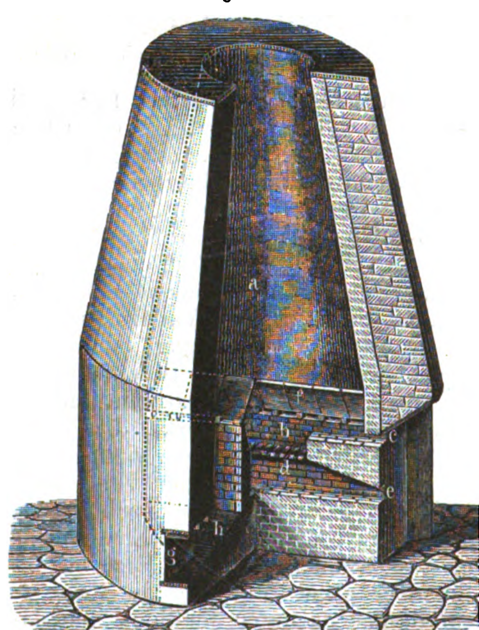


Rumford'scher Ofen. (Fig. 18.) *a* Ofenschacht von 4.4 - 5.6 m. Höhe über dem Abrutschkörper *e* und von etwa 1.26 m. Durchmesser. *b* Feuerungen. *c* Aschenfall. *d* Auszieh-öffnungen. *f* Arbeitsgewölbe. — **Finspang.**[2]) Cylindrischer Ofen mit 3 Feuerungen 1.5 m. über dem Sohlkegel u. durchbrochenen Platten vor den Flammenlöchern. — **Ural.**[3]) Nahezu ovaler Schacht von 5.962 m. Länge, 1.255 m. Weite an den Enden und 1.569 m. in der Mitte, Höhe 4.707 m. über den 11 ringsum im 1.255 m. dicken Gemäuer vertheilten Feuerstätten; Ausziehstätten 1.412 m. unter letzteren. Abrösten von 65,000 kg. Magneteisenstein in 24 St. mit Holz, wobei die Erze 30 St. im Ofen bleiben.

Innere Feuerung.

2. **Oefen mit innerer Feuerung.** Zum Schutze des Rostes befindet sich über demselben ein Dach (**Schweinerücken, Grieserik**), durch dessen Durchbrechungen oder unterhalb desselben die Flammen hervortreten (Schweden, Norwegen), oder eine Reihe gusseiserner Bögen mit Zwischenräumen und darüber ein kleines Dach (Oberharz).[4]) Seltener geschieht das Feuern unter dem Schweinerücken auf einer soliden Unterlage (Stafjö)[5]), als auf einem eigentlichen Roste.

Fig. 19.



Beispiele.

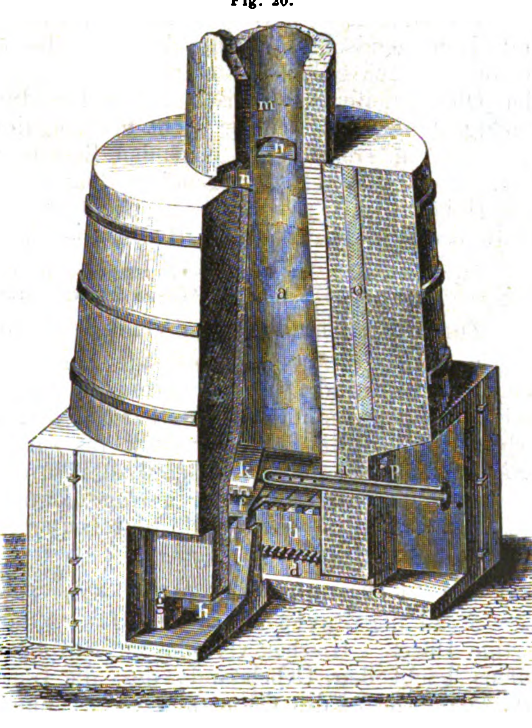
Schweden.[6]) (Fig. 19.) *a* Ofenschacht, bis zu Anfang der schrägen Platten *h* 5.81 m. hoch, oben 1.41 m., unten 2.88 m. weit. Untertheil bis auf 1.88 m. cylindrisch. *b* Feuerungsraum mit 1.41 m. langem und 0.314 m. breitem Rost für Holzfeuerung. *c* Schürloch. *d* Aschenfall, 0.471 m.

1) Oest. Jahrb. 10, 310. 2) B. u. h. Ztg. 1857, S. 92. 3) B. u. h. Ztg. 1871, S. 391. 4) Kerl, Met. 1, 404. 5) Kerl, Met. 1, 403. 6) B. u. h. Ztg. 1857, S. 92.

hoch. *e* Luftzugcanal. *f* Schweinerücken aus neben einander gesetzten Gusseisenstäben, die Oberkante 1.62 m. über der Sohle. *g* Ziehöffnung, vorn 0.628 m. hoch. *h* Eisenplatte. Rösten von 10.000—20,000 kg. Magneteisenstein mit 3—5 cbm. Holz und 2 - 6 cbm. Kohlenlösche in 24 St., letztere dem Erz beigemengt.

Nordenskjöld's Dampfofen[1]) (Fig. 20). *a* Ofenschacht. *b* Feuerungsraum mit Eisenplatten *l* an den Wänden. *d* Aschenfall. *e* Luftzugcanal. *f* Schweinerücken, auf dessen Firste das Dampfrohr *i*, darüber das Schutzdach *k*. *m* Esse. *n* Aufgebeöffnungen. *o* Füllung. *p* Späheöffnung.

Fig. 20.



C. Schachtöfen mit Gasfeuerung. Die Gasöfen sind die rationellsten Apparate hinsichtlich der Wärmeausnutzung und der Gleichmässigkeit der Röstung, indem die Gase zwischen den Erzen im Röstofen selbst verbrannt werden, sich gleichmässig vertheilen lassen, die Zuleitung und Verbrennung in bestimmten Ofenhöhen, sowie eine Regulirung der Hitze und die beliebige Hervorbringung einer reducirenden oder oxydirenden Wirkung gestatten, auch keine schädlichen Aschenbestandtheile absetzen. Dagegen erfordern diese Oefen, um eine gleichmässige Temperatur von angemessener Höhe zu erhalten, zu ihrer Wartung mehr Sorgfalt, als solche mit eingeschichtetem Brennmaterial und können bei einem grösseren Gehalt der Gase an schwefliger Säure zur Sulfatbildung Veranlassung geben. Gasöfen.

Als brennbare Gase verwendet man:

1. Hohofengichtgase[2]) in den meisten Fällen, und zwar seltener im oberen Theil des Hohofens selbst, als in besonderen Röstöfen. Gichtgasfeuerung.

a. Röstung in separaten Oefen. Dieselben stehen am zweckmässigsten neben der Hohofengicht, um die Erze daraus noch glühend in den Hohofen bringen zu können (Steyermark, Kärnthen), wodurch man eine bessere Vorbereitung derselben unter Gewinnung an Schachtinhalt, also an Vorbereitungsraum und eine bessere Nutzung des Brennstoffes erreicht wegen Oxydation einer grösseren Menge Oefen und ihre Stellung.

1) B. u. h. Ztg. 1853, S. 659. 2) Gasmenge für Röstöfen: B. u. h. Ztg. 1874, S. 135.

Kohlenoxydes zu Kohlensäure. Die Oefen erhalten bei groben Erzstücken am zweckmässigsten einen kreisrunden oder elliptischen Querschnitt und zwar bei an Kohlensäure und Wasser reichen Erzen mit etwas Erweiterung nach oben, sonst mit etwas Verengerung nach oben oder gleicher Weite, bei Erzklein einen quadratischen oder oblongen Querschnitt.

Mischen der Gase mit Luft.

Die Gichtgase werden weniger vortheilhaft ausserhalb des Ofens mit Luft gemischt und die Flamme durch dann leicht schadhaft werdende Canäle dem Röstofen zugeführt (Coltness)[1]), als direct in den Ofen geleitet und zwischen dem Erz durch Luft verbrannt. Bei Gichtgasfängen mit offener Gicht müssen die minder stark gepressten Gase den im Gichtniveau liegenden Röstöfen durch ansteigende oder horizontale, seltener etwas geneigte Röhren zugeführt werden, während bei Hohöfen mit geschlossener Gicht der Röstofen auch auf der Hüttensohle stehen kann, z. B. bei ebenem Terrain.

In Schweden bedient man sich zum Herabziehen der Gase wohl eines dem Wassertrommelgebläse ähnlichen Wasserdruckapparates.[2])

Gasverbrennungsmethoden.

Zur Verbrennung der Gichtgase dient:

Zugröstofen.

α. Zugluft, welche durch die Ausziehöffnungen, Roste oder besondere Züge, und zwar am besten im unteren Ofentheil das noch heisse fertig geröstete Erz durchzieht, dieses kühlt und sich selbst erhitzt. Da, wo die Erze sehr stark, bis zum Fritten, geröstet werden (S. 64), und somit Versetzungen zu befürchten sind, legt man die Gaseinströmungsöffnungen in geringe Entfernung über dem Boden, wo man dann das gefrittete Röstgut bequem durch die Ausziehöffnungen ausbrechen kann.

Zuführung der Gase.

Die Zuführung der Gase kann geschehen:

a. an der Peripherie des Ofens durch röhren- oder schlitzartige Düsen. Hierbei veranlassen sehr grosse Querdimensionen des Ofens leicht den Uebelstand, dass die Gase mehr an den Wänden, als in der Mitte des Ofens aufsteigen, namentlich bei Erzklein, in Folge dessen eine ungleichmässige Röstung stattfindet. Man gichtet in solchem Falle wohl etwas Kohlenlösch in der Mitte auf oder vertheilt besser das Erzklein sorgfältig am Rande, die gröberen Stücke in der Mitte. An dem beregten Uebelstande leiden die grossen älteren und neueren schwedischen Gasröstöfen, weshalb man anderwärts zweckmässig statt eines grossen runden oder elliptischen Ofens mehrere kleinere von demselben Inhalte bei quadratischem oder oblongem, sich gleichbleibendem Querschnitt anwendet, welche auch leichter eine Röstung von Erzklein zulassen (Steyermark).

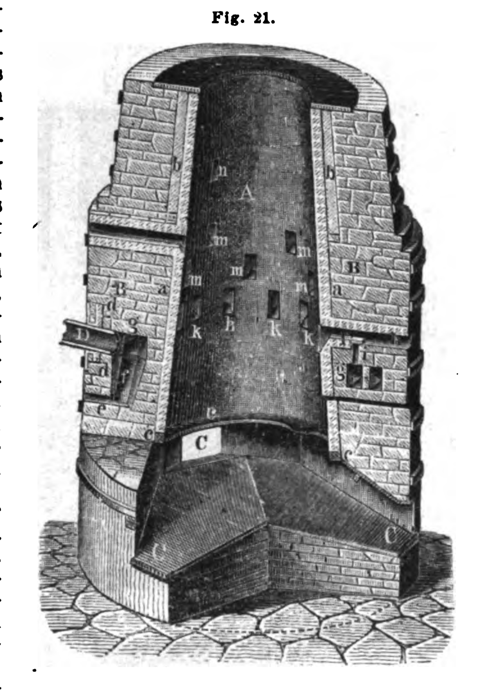
Beispiele.

Schwedischer grosser Ofen[3]) (Fig. 21). *A* Ofenschacht von 5.02 m. Höhe, 1.57 m. Weite an der Gicht und 2.20 m. unten. *B* Rauhgemäuer. *C* Ausziehöffnungen. *D* Gaszuführungsrohr, 0.314 m. weit, durch Aschenfüllung *d* gedichtet *a* Kernschacht. *b* Füllung. *c* gusseiserne Tragstücke. *e* Ausräumungscanäle für Flugstaub aus der Vertiefung *f*. *g* um den Ofen herum führender ringförmiger Canal, aus welchem die Gase durch Füchse *i* in 1.41 m. über den Trageisen *c* befindliche Canäle *k* von 0.157 m. Breite und 0.314 m. Höhe und aus

1) B. u. h. Ztg. 1852, S. 579. 2) Kerpely, Ausst.-Ber. 1873, S. 128. 3) Oest. Jahrb. 1852, Bd. 2, S. 203. B. u. h. Ztg. 1852, No. 36.

diesen theils in den Ofen treten, theils in noch zwei Reihen anderer Canäle *m* darüber. *h* eiserne Thüren vor den Canälen. *l* Ziegelschieber im Fuchse *i* zur Regulirung der Gasmenge. *n* Spähe-öffnungen, mit Ziegelsteinen versetzt. Bei den neueren Danemoraöfen[1]) liegt das Gasvertheilungsrohr ausserhalb des Mauerwerkes und die Gasausströmungsöffnungen dem Boden näher, um bei dem starken bis zum Fritten steigenden Rösten bequemer durch die Ziehöffnungen in den Ofen zu gelangen. Beim Anlassen eines Ofens wird dieser bis zu den Gaseinströmungsöffnungen mit bereits geröstetem Erze gefüllt, einige Lagen Brennmaterial zwischen das eingestürzte rohe Erz gebracht, ersteres durch Störöffnungen entzündet, dann das Gas zugelassen. Beim Abstellen oder Schwächen des Hohofengebläses muss das Gasrohr mittelst eines Schiebers gesperrt werden. Durchsetzquantum in den alten Oefen in 24 St. 12,500 kg. dichter Magneteisenstein und Eisenglanz, indem man alle $1\frac{1}{2}$ St. zieht; Erfolg im Danemoraofen von 1.88 m. Durchmesser an den Gasdüsen 20,000 – 25,000 kg. geröstete Eisenerze bei 8.7—10.9 mm. Spannung der Gase. — Heft: grosser schwedischer Gasröstofen mit seitlicher Gaszuführung durch 18 Düsen und Zutritt von Luft durch Oeffnungen im Gemäuer über den Düsen. Die Röstung geht bei geringer Production gut; sobald man aber den Ofen stärker füllt, treten die Gase durch die Luftzuführungsöffnungen nach Aussen.

Fig. 21.



Fillafer's kleine Oefen zu Friedau in Steyermark. Bei der älteren Construction[2]) (Fig. 22, 23) ist *a* Gaszuführungsrohr. *b* Gasvertheilungsrohr an der Hinterwand *r* von 0.237 m. Weite, das Gas durch ein horizontales Rohr *k* und ein verticales Rohr *m* in die Canäle *n* der Scheidewände *f* zwischen den 1.26 m. hohen, 1.26 m. langen, oben 0.95 m. und unten 0.63 m. breiten Oefen *c* entlassend. *p* mit Eisenplatten *o* überdeckte Schlitze von 6.6 mm. Höhe, durch welche die Gase in die Oefen strömen. *d* Roststäbe auf den Rostbalken *e*, durch Lüften geröstetes Erz in die 0.95 m. hohen Kühlräume entlassend. *i* Schienenbahn. Erfolg von 2500 kg. Röstgut in 24 St. Einströmenlassen von Gasen während 6 – 8 St. bis zum Glühendwerden der obersten Schicht, Lüften einiger Roststäbe und Ablassen von Erz, bis sich rothglühende Stücke zeigen, worauf der Ofen von Neuem gefüllt wird. Neuere Verbesserungen[3]) in Vordernberg: Erhöhung des Ofenschachtes auf 2.2 m. mit Schornstein darüber, Anbringung statt eines langen Schlitzes deren 7 von 79 mm. Breite und 4.4—6.6 mm. Höhe an jeder Seite; Neigung der Sohle des Kühlraumes, damit das Röstgut in untergesetzte Gefässe rutschen kann. Fassungsraum 4480 kg., Erfolg von 3920—4483 kg. Röstgut in 24 St.; Chargengrösse 448 kg. — Ein Ofen zu Jenbach[4]) in Tirol liefert in 24 St. 3000 – 3500 kg. Röstgut.

b. Zuführung der Gase im Innern. Zur besseren Vertheilung der Gase hat Puttrich[5]) eine Gasleitungsröhre durch die

1) Tunner, Eisenhüttenwesen in Schweden, 1858, S. 24. 2) Kerl, Met. 3, 131. 3) B. u. h. Ztg. 1867. S. 402; 1872, S. 27. Kerpely, Fortschr. 3, 17. 4) B. u. h. Ztg. 1873, S. 93. 5) Kerl, Met. 1, 408.

Mitte des Ofens gelegt, durch deren seitliche Oeffnungen das Gas ausströmt, während Luft durch ein durchlöchertes Abrutschdach hinzutritt. Eine derartige Construction erfordert aber viel Reparaturen.

Fig. 22.

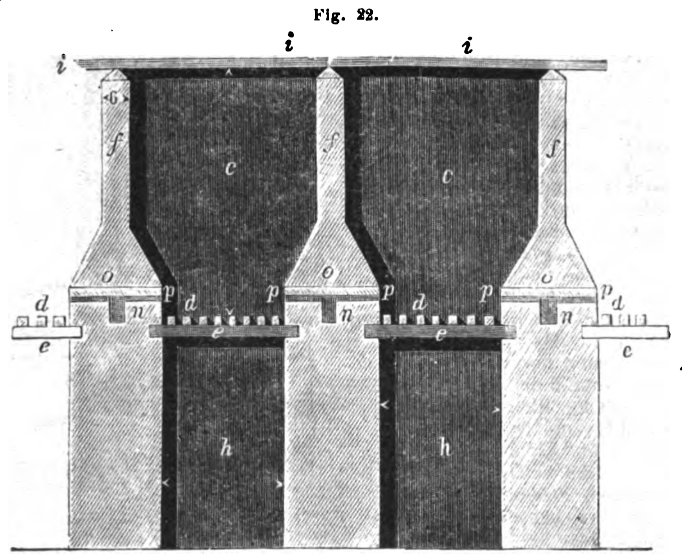
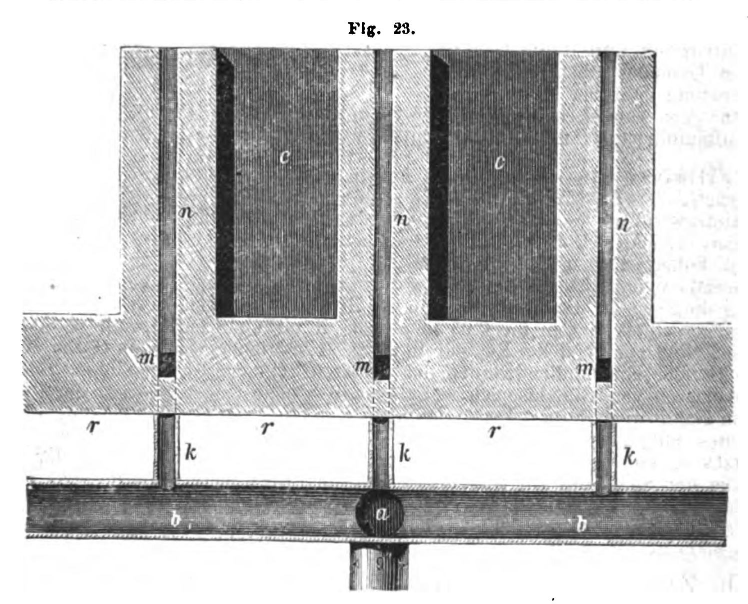


Fig. 23.

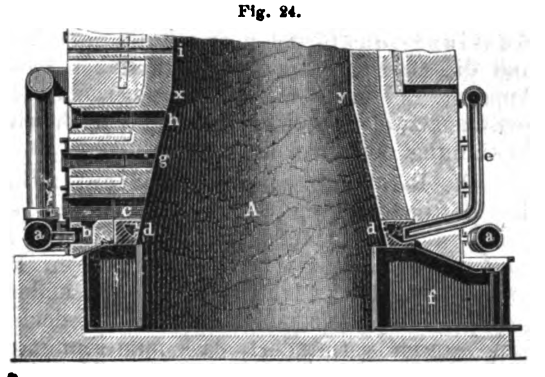


Gebläse-röstöfen.

β. Gebläseluft, nach Westman's Verfahren. Derartige Oefen lassen am besten die Regulirung des Gas- und Luftzutrittes zu und gestatten eine gleichmässige Röstung, welche besonders bei schwefelhaltigen Erzen sehr wirksam ist.

Westman's Ofen[1]) (Fig. 24). *A* Ofenschacht, 7 m. hoch, oben 1.5 m., 4.5 m. unter der Gicht bei x y 2 m. und an den Windausströmungsöffnungen 2.5 m. weit, oberhalb der Gicht mit einem Schlot versehen. *a* Ringförmige Gaszuführungsröhre, aus welcher das Gas durch kleine Ansätze und die verticalen Canäle *b* in 12 ringsum gleichmässig vertheilte Gasdüsen *c* strömt. *d* hohles kranzförmiges Trageisen, aus *e* mit Wind gespeist und diesen durch 24 kleine Oeffnungen in den Ofen entlassend, während noch Oxydationsluft für Schwefelmetalle durch die mit Registerthüren verschlossenen Ausziehöffnungen *f* eintritt. *g* u. *h* Störcanäle. *i* Schaulöcher. Betriebsweise: Aussetzen der Gaszutrittsöffnungen und Störräume mit Holzstücken, Auffüllen mit Erz bis zur Oberkante der Gasöffnungen, dann Füllung bis zu den Arbeitsöffnungen mit 8—10 Vol. Erz und 1 Vol. Kleinkohle, vollständiges Anfüllen mit Erz und nur wenig Brennmaterial, Anzünden des Holzes und Nachfeuern damit, bis das Erz rothglühend geworden während 24—36 St., allmähliches Zulassen von Gas, Ausziehen der Erze nach und nach alle 3, 2 und zuletzt alle 1—$1^1/_4$ St. bei beginnendem Weichwerden; Chargiren durch ein Rollloch im Schlot, aus welch ersterem die Erze in einen Trichter rutschen, der dieselben nach der Mitte hinleitet. Ein Ofen von 6.59 m. Höhe, bei 1.80 m. Weite an der Gicht und 2.82 m. Weite unter der Windzuführung röstet in 24 St. 45000 – 60000 kg. Erz; Schornsteinhöhe 8.79 m. Nach Rinmann[2]) verbrauchte ein Röstofen 33 Proc. der Gichtgase, und zwar auf 100 kg. Erz 31 cbm. Gas (ältere Oefen 2.8 cbm.). Beispiele.

Fig. 24.



b. Röstung im Hohofen selbst. Schon Erbreich hat 1860 vorgeschlagen, durch Einleiten von Luft in den oberen Theil des Eisenhohofens die daselbst vorhandenen Gase zu verbrennen und die erzeugte Wärme zur Vorbereitung der Schmelzmaterialien, namentlich zum Rösten der Eisenerze zu benutzen. Auf demselben Principe beruhen die Ofenconstructionen von Ferrie[3]), Brown[4]) und Siemens.[5]) Ungleichmässiger Niedergang der Massen, stärkeres Gebläse wegen Erhöhung des Ofens, theure Construction und Unterhaltung des Ferrieofens[6]) können durch die gewährten Vortheile ausgeglichen werden. Hohofenröstung.

2. Generatorgase. Dieselben kommen seltener in Anwendung, weil der Ofenbetrieb mit denselben, namentlich die Wartung des Generators grosse Aufmerksamkeit erfordert. Generatorgase.

In Pirna röstet man Magneteisensteine mit Gasen aus böhmischen Braunkohlen in 5.34 m. hohen Oefen und gehen auf 100 kg. Erz 10 kg. Braunkohlen. Welckner[7]) hat einen Röstofen für sandige Raseneisensteine construirt, welcher von einem Treppenrostgenerator gespeist wird und die feinen Erze in gehöriger Vertheilung locker von oben nach unten gelangen lässt, jedoch in anderer Anordnung der Theile, als bei Gerstenhöfer's Ofen. Thoma[8]) verbraucht zum Rösten von 100 kg. Erz 6 – 8 kg. Anthracit. Beispiele.

1) B. u. h. Ztg. 1869, S. 77 mit Abbild. Percy-Wedding's Eisenh. 2, 455. Preuss. Ztschr. 1866, S. 140. Kerpely, Fortschr. 6, 22. 2) B. u. h. Ztg. 1872, S. 112; 1874, S. 135. 3) B. u. h. Ztg. 1871, S. 237, 390, 445; 1872, S. 440, 447; 1874, S. 311. Berggeist 1870, S. 519. 4) B. u. h. Ztg. 1871, S. 340. 5) B. u. h. Ztg. 1873, S. 34. 6) Dingl. 201, 505. 7) B. u. h. Ztg. 1863, S. 61. 8) B. u. h. Ztg. 1873, S. 335.

Vercokungsofengase.

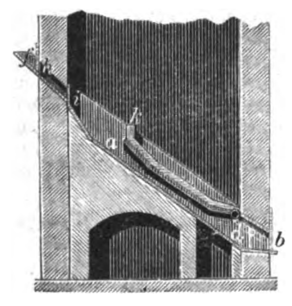
3. Vercokungsofengase werden weniger zweckmässig zum Erzrösten, als zur Winderhitzung [1]), zur Dampferzeugung und zum Vercoken selbst angewandt. Wegen ihres Gehaltes an Schwefel empfiehlt Bussius [2]) die Röstofen ans Ende je einer Cokesofenreihe zu legen und die Gase in Canälen um dieselben herumzuführen, wodurch der Apparat in einen Gefässofen übergeht. Legt man einen Röstofen zwischen zwei Cokesöfen, so findet leicht eine unerwünschte einseitige Abkühlung derselben statt.

Anwendbarkeit.

IV. Röstung in Flammöfen. Derartige Oefen lassen zwar die kräftigste Oxydation zu (Rösten von sehr kiesigem Eisenglanzklein zu Waldenstein [3]) in Kärnthen mit Holz), erfordern aber bedeutende Handarbeit und einen grossen Brennstoffaufwand. Durch Anwendung von Gichtgasen bei passender Ofenconstruction (stark geneigte oder rotirende Herde) sind jedoch diese Uebelstände neuerdings soweit vermindert, dass man Flammofen zum Rösten von Erzklein, namentlich feuchtem, anwendet, welches sich in Schachtöfen zu dicht legt (Steyermark).

Beispiele.

Fig. 25.



Moser's Ofen mit geneigtem Herd [4]) zu Eisenerz (Fig. 25). *a* 37—40' geneigter Herd mit gusseiserner Sohle von 5.7 m. Länge und 1.3 m. Breite. *f* Chargirtrichter. *h* Fallthür. *i* Angelthür, welche sich nach dem Chargiren von selbst schliesst. *b* Auszieh- und Luftzuführungsöffnung. *d* Gaszuführungsrohr mit Schlitz. *k* Unterbrechung des Gewölbes zum Ausziehen der verbrannten Gase. Durchsetzquantum in 24 St. 14000—16000 kg. Erz mit bis 16 Proc. Feuchtigkeit. Auf jeder Seite der Gicht liegt ein solcher Herd. Zu Fridauwerk hat Fillafer neuerdings zwei geneigte Herde über einander verbunden und die Gase noch unter eine Trockenplatte geleitet.

Anwendung.

V. Röstung in Gefässöfen. Wegen sehr hohen Brennstoffconsums werden solche Oefen im Allgemeinen nur da angewandt, wo nothwendig eine Berührung des festen Brennmaterials oder der Flamme mit der Substanz vermieden werden muss, was bei Eisensteinen nicht erforderlich ist.

Beispiele.

Bussius (S. 82) hat Vercokungsofengase zur Heizung solcher Apparate empfohlen, Aitken [5]) zum Rösten von Kohleneisenstein, um dessen Kohlegehalt im Erz zurückzuhalten, wobei aber gleichzeitig der Schwefelgehalt concentrirt wird.

2. Capitel. **Zuschläge.**

Zweck.

17. Zweck und Arten der Zuschläge. Die Zuschläge, am zweckmässigsten bis zur Korngrösse der Erze oder noch etwas weiter zerkleinert behuf sicherer Entfernung schädlicher Bestandtheile, können bezwecken:

Zur Schlackenbildung.

A. Die Herstellung eines dem Schmelzpunkte des Roheisens entsprechenden Flüssigkeitsgrades der schlackengebenden Bestandtheile.

---

1) Berggeist 1865, No. 10. 2) B. u. h. Ztg. 1862, S. 330. 3) Oest. Ztschr. 1869, No. 39. 4) B. u. h. Ztg. 1867, S. 492; 1872, S. 27; Oest. Ztschr. 1869, No. 37. Oest. Jahrb. 16, 384. 5) Pract. Mechan. J. 1869, S. 201.

Als wesentliche Bestandtheile der Schlacken treten Kieselsäure, Thonerde und Kalkerde auf, welche in verschiedenen Verhältnissen vorhanden verschiedene Grade der Schmelzbarkeit zeigen. Entweder enthalten die Erze diese Bestandtheile schon in dem passenden Verhältnisse (selbstgehende Erze, S. 57), oder dasselbe lässt sich durch Zusammenmengen (Gattiren) verschiedener Erzsorten erzielen, oder es muss die fehlende Erdart durch besondere Zuschläge ergänzt werden (Beschicken). Als solche dienen:

1. Kalkhaltige Substanzen bei kieseligen und thonigen Erzen, Kalkzuschläge.
am häufigsten angewandt als kohlensaure Kalkerde $\dot{C}a\ddot{C}$ oder $CaCO_3$ mit 56 CaO und zwar als reiner Kalkstein, Marmor, Kreide und Kalktuff (möglichst frei von phosphor- und schwefelsaurem Kalk und Schwefelmetallen), als thoniger oder sandiger Kalk (Mergel) und als magnesiahaltiger Kalk (Dolomit) mit bis 45 Proc. Magnesia, seltener mit einem Mangangehalt (Ankerit)[1]), eine Verbindung der Carbonate von Kalk 50 Proc., Eisenoxydul 32—35 Proc., Magnesia 8—16 Proc. und Manganoxydul 3—5 Proc., z. B. zu Mariazell zugeschlagen.

Durch Brennen des Kalkes[2]) spart man im Hohofen um so mehr an Brennmaterial, je stärker der erforderliche Kalkzuschlag, indem beim Austreiben der Kohlensäure im Ofen selbst Wärme gebunden wird, was besonders bei Anwendung roher Brennmaterialien (Holz, Steinkohlen) zur Geltung kommt, bei deren Verkohlung ebenfalls ein Wärmeverbrauch stattfindet (Sir Howy in Südwales, Antonienhütte in Oberschlesien, Rhonitz in Ungarn.) Die bei 600—800° C. aus dem Kalkstein entweichende Kohlensäure verdünnt dann die reducirenden Gase, schwächt deren Wirkung und verschlechtert die Gichtgase, während dagegen bei Holzkohlen und Cokes das Brennen des Kalkes vorher weniger förderlich ist, indem die Kohlensäure mit Kohle Kohlenoxydgas liefert, welches reducirend wirkt. Allerdings wird dabei auch Wärme absorbirt. Gruner berechnet die Ersparung an Cokes bei gebranntem Kalk auf 10 Proc., Bell nur zu 3.4 Proc., welche Differenz ihren Grund in der Anwesenheit von Kohlensäure und Wasser in den oberen Ofenregionen hat. Die Aufnahme dieser Substanzen vom Kalk muss sowohl ausserhalb des Ofens möglichst vermieden werden durch dessen Verwendung im frischen Zustande, damit er nicht zu Pulver zerfällt, als auch im Ofen selbst durch starkes, bis zum Fritten getriebenes Brennen, Anwendung desselben in nicht zu kleinen Stücken, Vermeidung feuchter Brennstoffe und Anwendung gut calcinirter Erze. Der ökonomische Erfolg hängt wesentlich mit von den Kosten des Kalkbrennens ab und empfehlen sich als ökonomischste Oefen dafür der Bock'sche Canal- und der Hoffmann'sche Ringofen bei einem Consum von nur 6—7 Proc. Steinkohlenklein, sowie die Verwendung der Gichtgase zum Brennen. Auf vielen englischen Hütten stehen die Ersparnisse beim Betriebe mit gebranntem Kalk in keinem Verhältniss zu den Brennkosten, weshalb man den Kalkstein, namentlich bei grosser Ofenhöhe, roh und häufig in dickeren Stücken gleich in den Hohofen, nicht auf die Möllerung stürzt. Nach Schinz[3]) verliert der Kalkstein seine Kohlensäure bei mehrstündigem Glühen bei 617—675°, rascher bei 847° und sehr rasch bei 1000°. Neuerdings hat das Brennen des Kalkes keine weitere Ausdehnung erlangt. — Flussspath Ca Fl = $CaFl_2$ mit 61.28 Ca ist leichtschmelzig, mit Schwerspath, Gyps und phosphorsaurem Kalk leicht zusammenschmelzend und Kieselsäure theils als Kalksilicat, theils aber weniger als Fluorsilicium entfernend; wegen Kostspieligkeit selten anwendbar (Bleymüller's Hütte zu Schmalkalden).

2. Kieselsäure und Thonerde enthaltende Substanzen. Kieselige Zuschläge.

1) Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1853, S. 827; 1856, S. 806; 1859, S. 26. 30 im Anhange. Kärnthn. Ztschr. 1875, S. 19. 2) Kerl, Met. 1, 168; 3, 172. Preuss. Ztschr. 14, 299. B. u. h. Ztg. 1851, S. 201; 1853, S. 377, 345; 1862, S. 413; 1872, S. 182. Kerpely, Fortschr. 4, 88. Karsten's Arch. 2. R. 25, 436. Kerpely, Eisenh. Ungarns S. 192. 3) B. u. h. Ztg. 1867, S. 88.

Seltener in Gestalt von freier Kieselsäure (Quarz, Sandstein) und Thonerde (Bauxit[1]) mit 60—80 Proc. Thonerde, im Uebrigen Eisenoxyd, Kieselsäure und Wasser, zuweilen in Brauneisenstein übergehend), als von Thonerdesilicaten (Thon, Thonschiefer, Schieferthon, Diabas, eisenreiche Schlacken u. s. w.) angewandt, indem es den Erzen seltener an Thonerde allein, als gleichzeitig an dieser und an Kieselsäure mangelt.

Im Allgemeinen kommen solche Zuschläge weniger häufig als kalkige zur Nutzung, indem meist die Erze oder die kalkhaltigen Zuschläge hinreichend von diesen Substanzen[2]) enthalten. Die bezeichneten Silicate können in ihrer Zusammensetzung sehr variiren. Auf amerikanischen Hütten wendet man Kryolith[3]) ($3 NaFl + Al_2 Fl_6 = Na_6 Al_2 Fl_{12}$ mit 32.5 Na, 13 Al und 54.5 Fl) als Flussmittel an, sowie auch ein kieselsäurearmes aus Magneteisenstein und Corund bestehendes Erz mit bis 45 Proc. Thonerde.[4]) Auf südwaleser Hütten dienen für kieselsäurearme Erze Raffinir-, Puddel- und Schweissofenschlacken häufig als Zuschläge.

Roheisen- und Schlackenverhältnisse.

B. Die Herstellung eines bestimmten Verhältnisses zwischen Schlacken- und Roheisenmenge. Dieses Verhältniss influirt auf den Brennmaterialverbrauch, die Grösse der Production und die Qualität des Roheisens.

Während in ersteren Beziehungen die Verschmelzung einer möglichst reichen Beschickung sich empfiehlt, so verlangt die zu erzielende Eisenqualität immer eine gewisse Schlackenmenge. Ist dieselbe zu gering, so findet in Folge übermässiger Wärmeaufnahme eine Schmelzung vor vollendeter Reduction statt und das Roheisen ist beim Niedertropfen vor der Form sowohl als im Herde gegen den oxydirenden Einfluss des Windes nicht hinreichend geschützt, es entsteht eine eisenoxydulreiche Schlacke und kohlearmes Eisen (Rohgang). Wesentlichen Einfluss auf die erforderliche Schlackenmenge hat die hauptsächlich von der Dichtigkeit des Brennmaterials abhängende Windpressung[5]); je höher dieselbe, desto grösser muss die Schlackenmenge zum Schutze des Roheisens im Herde sein. Beim Holzkohlenofenbetrieb pflegt das Verhältniss zwischen Roheisen und Schlacke meist unter 1 : 1 zu bleiben und kann sogar bei schwacher Windpressung, leichten Kohlen und leichtflüssiger Beschickung auf 1 : 0.4 herabgehen (Steyermark), liegt beim Cokeshohofenbetrieb meist zwischen 1 : 1 und 1 : 2 (Königshütte in Oberschlesien 1 : 1.6—1.75, Dowlais 1 : 1.18—1.50, Ystalifera 1 : 2.09, Südstaffordshire 1 : 1.3 - 1.4), nur bei leichtflüssigen Erzen weniger (Schottland 1 : 0.67—0.94) und steigt nur ausnahmsweise auf 1 : 4.5 (in Galizien[6]) bei sehr kieselsäurereichen Erzen). Bei gleicher Eisenqualität (Weisseisen) erfordern z. B. Eisenerzer Spatheisensteine, leicht reducir- und schmelzbar, keine Kalkzuschläge und geben um eine volle Tonne (1016 kg.) weniger Schlacken, während die Cokesmengen auf 100 kg. Weisseisen, resp. 96 und 66 kg. betragen. Bei zu grosser Schlackenmenge nehmen Brennmaterialverbrauch zu und Production ab. Kann durch Gattiren ärmerer Erze mit reichen die richtige Schlackenmenge nicht erzielt werden, so müssen taube neutrale Zuschläge von Eisenhohofenschlacken oder den Schlacken in der Basicität möglichst ähnlichen natürlichen Silicaten (Grünstein, Thonschiefer, Basalt, Dolerit u. s. w.) gegeben werden.

Eisenqualität.

C. Die Erzielung einer gewissen Eisenqualität und zwar dadurch:

1. dass die Schmelztemperatur erhöht (Zuschläge von Kalk, namentlich magnesiareichem für graues Roheisen) oder erniedrigt wird, z. B. Zuschlag von eigentlichen Manganerzen in Schweden[7]), mangan-

1) B. u. h. Ztg. 1864, S. 314; 1865, S. 264; 1866, S. 211, 364; 1868, S. 140, 283; 1870, S. 191, 311; 1871, S. 64; 1872, S. 208. 2) Roth, Gesteinsanalysen 1861. 3) American Journ. of Mining 1869, Vol. VI, No. 15. 4) American Chemist 1874, Vol. 4, No. 9, p. 321. B. u. h. Ztg. 1874, S. 159. 5) Kerl, Met. 3, 159. 6) Oest. Jahrb. 1861, Bd. 10, S. 360. 7) Preuss. Ztschr. 14, 143.

reichen Eisenerzen, Franklinit (S. 50), Knebelit (S. 55), Eisensilicaten, ausnahmsweise Alkalien u. s. w. für weisses Roheisen;

2. dass schädliche Bestandtheile in die Schlacke geführt werden (Zuschlag von Kalk und manganhaltigen Substanzen zur Entfernung von Schwefel und Silicium, Zuschlag von Alkalien, z. B. in Gestalt von alkalireichem Glimmerschiefer zu Rhonitz [1]), wobei der Alkaligehalt reinigend auf den Schwefelgehalt der Frischschlacken wirkt, seltener von durch die Düsen eingeblasenem Kochsalz);

3. dass dem Roheisen Stoffe zugeführt werden, welche dessen Festigkeit erhöhen (Wolfram) oder beim Verfrischen desselben günstig wirken (wolfram-, titan- und manganhaltige Substanzen).

D. Die Aufhebung von Versetzungen im Gestell und Ofenherd.[2]) Festgewordene, an den Ofenwänden angesinterte Massen (Versetzungen in Folge unrichtiger Ofenconstruction, schlechten Ofenbaumaterials, zu schwachen Gebläses, unpassender Beschickung, nasser, pulveriger, sehr unreiner Erze, aschenreicher Cokes, Roh- und übergaaren Ganges u. s. w.) sucht man, wenn sonstige Mittel nicht helfen (gänzliches oder abwechselndes Schliessen der betreffenden Form, Einlegen einer neuen Düse, Erhöhung des Wallsteins, öfteres Ausarbeiten und Reinigen des Gestelles, Reinhalten des Stiches, Füttern mit Kohle oder Cokes u. s. w.) durch Aufgeben von Flussspath[3]) oder Einblasen desselben als Pulver durch die Form, durch gaare Eisenhohofenschlacken[4]) oder Eisenfrisch-, Puddel- oder Schweissofenschlacken wegzulösen. Beseitigung von Versetzungen.

E. Die Nutzbarmachung eisenreicher Abfälle, z. B. Feineisenfeuer-, Eisenfrisch-, Puddel- und Schweissofenschlacken (S. 55), Brucheisen (S. 56), Enden von Stabeisen und Stahlschienen u. s. w. Abfallverwendung.

3. Capitel. **Brennmaterial.**

18. Wirkungsweise. Das Brennmaterial[5]) soll beim Verbrennen vor der Form des Hohofens zu Kohlensäure die zum Schmelzen von Roheisen und Schlacke erforderliche Temperatur liefern, das Eisen direct und unter Bildung von Cyanverbindungen im unteren Ofentheil kohlen, in höheren Theilen aber das oxydirte Eisen als Kohlenoxydgas, welches durch Einwirkung der Kohlensäure auf glühenden Kohlenstoff entstanden ist, reduciren (S. 2). Dabei muss der Brennstoff der daraufruhenden Beschickungssäule hinreichenden Widerstand gegen das Zerdrücken entgegensetzen. Wirkung.

Ferrie (S. 81) hat Scheidewände im oberen Ofentheil angebracht, welche einen Theil des Gewichtes der Füllung tragen und die Zerdrückung eines minder festen Brennstoffes (Anthracit, magere Kohlen u. s. w.) hindern, in Folge dessen auch bei solchem Brennmaterial eine Erhöhung des Ofens gegen früher möglich wird. Auf den Monkland-Eisenwerken[6]) in Schottland braucht man statt sonst 2600 kg. in diesem Ofen nur 600—800 kg. Steinkohlen auf 1000 kg. Roheisen.

---

1) Kerpely, Eisenhüttenwes. Ungarns, S. 191. 2) B. u. h. Ztg. 1870, S. 337. 3) Oest. Jahrb. 11, 332. B. u. h. Ztg. 1861, S. 169, 356, 358. Schles. Wochenschr. 1860, No. 9. 4) Oest. Jahrb. 10, 332. B. u. h. Ztg. 1861, S. 358. 5) Ausführlicheres über Brennmaterialien s. in Kerl's Grundr. der allgemeinen Hüttenkunde S. 41. Gruner, Traité de Métallurgie 1875, T. 1, Chap. 1. 6) Ztschr. d. Ver. deutsch. Ingen. 18, 192.

Man verwendet sowohl rohe als verkohlte Brennstoffe und hängt deren Effect hauptsächlich von dem wirksamen Kohlenstoffgehalte, die Verwendbarkeit überhaupt mit von dem Verhalten in der Hitze, sowie der Qualität und Quantität der Asche ab.

Die hauptsächlichste Grundlage für das Eisenhüttenwesen dürften die Cokes bleiben, indem mit Holzkohlen etwa nur 20 Proc. der ganzen Roheisenerzeugung hergestellt werden, Torf und Braunkohlen nur erst an wenigen Orten eine ökonomische Anwendung im Grossen gefunden haben, desgleichen die directe Eisendarstellung mit Gasen nach Siemens' u. a. Methode, abgesehen von der vergeblich versuchten Anwendung von Gasen in Hohöfen.

Brennstoffverbrauch. Der Brennstoffverbrauch ist von einer Menge Factoren abhängig (Schmelzbarkeit, Reducir- und Kohlbarkeit, Aggregatzustand der Erze; Qualität und Menge der Zuschläge; Menge, Pressung, Feuchtigkeit und Temperatur der Gebläseluft; Hohofenconstruction, Erzielung von grauem oder weissem Eisen, grösserer oder geringerer Sorgfalt bei Leitung des Ofenbetriebes, Ableitung und Nutzung der Gichtgase u. A.). Im Clevelanddistrict[1]) sind z. B. durch Anwendung stark erhitzter Luft bei grösseren Oefen an 35 Proc. und mit Hinzurechnung der bessern Nutzung der Gichtgase an 45 Proc. Kohlen gegen früher gespart. Die Hauptwärmeverluste in englischen Oefen entstehen hauptsächlich noch dadurch, dass die Gichtgase mit zu hoher Temperatur entweichen, wohl in Folge zu schwacher Gebläse.

Vortheile. **19. Rohe Brennmaterialien.** Dieselben[2]) können im Vergleich zur Verkohlung ausserhalb des Hohofens eine Ersparung an Brennmaterial gewähren durch Wegfall des bis 5 Proc. und mehr betragenden Einriebes beim Transporte und der Magazinirung (auf Kärnthner Hütten 1.4 Proc.); grösseres Kohlenausbringen bei der langsamen Verkohlung in nur reducirender Atmosphäre; Entstehung einer dichtern, allerdings schwerer verbrennenden, aber weniger zerdrückbaren und die Kohlensäure weniger leicht reducirenden Kohle; theilweise Nutzung der flüchtigen Verkohlungsproducte zur Reduction des Eisenoxydes und minderen Wärmeverlust durch Ausstrahlung. Gleichzeitig spart man Verkohlungsapparate und Verkohlungskosten.

Ausbringen von Holz mit 40 Proc. Kohlenstoff bei der Meilerverkohlung 18—19 Proc. Kohle, im Hohofen 29—30 Proc.; Verbrauch von 225 Thl. roher Steinkohle auf 100 Thl. Roheisen zu Dowlais, früher 250 Thle., als die Kohle noch vercokt wurde. Nach Truran ersetzt ein Thl. gute rohe Kohle $3^1/_2$ Thle. in Cokes verwandelte. Im Clevelanddistrict erwächst durch Verkohlung der 35 Proc. flüchtige Bestandtheile enthaltenden Steinkohlen jährlich ein Verlust an Brennkraft von 1 Mill. Tonnen Kohlen.[3])

Nachtheile. Als Nachtheile sind aufzuführen:

a. Wärmeverlust und somit leicht Rohgang und Entstehung von weissem Eisen herbeiführende Abkühlung des Ofens durch Bindung von Wärme bei der Vergasung.

Der Verlust an Wärme ist um so grösser, je gasreicher das Brennmaterial; daher der ungünstige Erfolg mit gasreichen schlesischen Kohlen[4]), während in Schottland und England gasarme Kohlen, in Nordamerika Anthracite mit Vortheil verwandt werden. Bei niedrigen Oefen ist der Wärmeverlust merklicher, als bei höheren, bei Holz deshalb mehr, als bei Steinkohlen. Das Abfangen von Gichtgasen hat bei rohen Brennstoffen leichter einen störenden Einfluss als bei verkohlten. Der Wärmeverlust wird zweckmässig durch Anwendung heisseren Windes ersetzt oder dadurch thunlichst verringert, dass man die in reichlicherer Menge

1) B. u. h. Ztg. 1874, S. 143. 2) B. u. h. Ztg. 1868, S. 178. 3) Berggeist 1871, No. 70. Oberschles. Ztschr. 1874, No. 21. 4) B. u. h. Ztg. 1860, S. 390; 1862, S. 255; 1864, S. 106. Preuss Ztschr. 11, 333; 19, 1.

entwickelten Gichtgase entweder an einem anderen Orte (zur Dampferzeugung, zur Lufterhitzung, zum Darren des Brennmaterials u. s. w.) oder im Ofen selbst (Oefen von Ferrie, Brown und Siemens (S. 81) verbrennt, sowie gut geröstete Erze und gebrannten Kalk (S. 83) verwendet. Kerpely[1]) hat eine Ofenconstruction vorgeschlagen, bei welcher Erz und roher Brennstoff auf eine gewisse Tiefe getrennt im Ofen niedergehen und sich erst nach entsprechender Vorbereitung vereinigen.

b. Verminderung der Production in Folge langsameren Verbrennens der dichteren Kohle (S. 86), welche in gleicher Zeiteinheit weniger Luft aufnimmt.

Steigerung der Production durch Erweiterung des Querschnittes der Oefen, namentlich des Gestelles bei entsprechender Windmenge.

c. Unregelmässigkeiten im Ofengange (Vorrollen der Erze, Kippen der Gichten, Rohgang u. s. w.) durch Veränderung des Volumens des Brennmaterials (Schwinden des Holzes, Aufblähen mancher Steinkohlen, Entstehung bröcklicher Kohlen).

Gegenmittel: passende Auswahl des Brennmaterials (Vercokung der Kleinkohle, wenn sie vercokbar, und Verwendung der Stückkohle zur Flammenfeuerung, dagegen Benutzung der letzteren im rohen Zustande im Hohofen, wenn die Kleinkohle nicht vercokbar; beschränkter Zusatz zu verkohlten Brennstoffen (Holz zu Holzkohle und Cokes, Braunkohle zu Cokes und Holzkohle in Kalán[2])), Erweiterung der Gicht behuf gleichmässigeren Niedergehens der Schmelzmassen bei gleichzeitiger Verminderung der Spannung der in reichlicherer Menge entwickelten Gase, deren Verbrennung an der Gicht mit zu hoher Temperatur durch einen passenden Verschluss derselben vorgebeugt werden kann.[3]) Durch Bildung explosiver Gasgemische oder Wasserdämpfe entstehen leichter Explosionen[4]), und namentlich bei Holz durch Vermengung entweichender Theerdämpfe mit Flugstaub Verstopfungen der Gichtgascanäle.

d. Mindere Eisenqualität, indem rohe Brennstoffe, z. B. Steinkohlen unreiner sein können als rohe, und durch Anwendung stärker erhitzter Luft mehr Silicium reducirt wird.

So enthält z. B. oberschlesisches Cokesroheisen 3—4 Proc. Silicium neben Spur Schwefel und 0.2—0.5 Proc. Phosphor; Roheisen von Antonienhütte, mit Rohkohlen unter Beimengung von $^1/_6$—$^1/_9$ Cokes erblasen, 4—6 Proc. Silicium.

e. Höhere Transportkosten.

Es lohnt z. B. ein theilweiser Ersatz der Holzkohlen durch Holz nur dann, wenn letzteres nicht zu weit und nicht zu schwierig transportirt zu werden braucht. Bei demselben kommen auch die Zerkleinerungskosten in Betracht.

Folgende rohe Brennmaterialien kommen zur Verwendung: Brennmaterialarten.

1. Anthracit[5]), durchschnittlich mit 91.29 C, 2.91 H, 2.75 N und 3.05 Asche. Ausgezeichnet wegen hohen Kohlenstoffgehaltes (bis 94 Proc. und mehr), geringer Gasentwicklung, Erfordernisses von wenig Raum beim Transport und Lagern, geringen Aschengehaltes (oft nur bis 1 Proc.) und Gutartigkeit der Asche (Armuth an Schwefel), so dass das Anthracitroheisen dem Holzkohleneisen nahe kommt. Anthracit.

---

1) B. u. h. Ztg. 1868, S. 113. 2) Kärnthn. Ztschr. 1874, S. 204: 1875, S. 32. 3) B. u. h. Ztg. 1863, S. 307. 4) Bgwfr. 5, 193. Ann. d. min. 3. ser. 16, 254; 19, 167 Kerpely, Fortschr. 5, 99. 5) Kerl, Met. 3, 202. Kerpely, Fortschr. 3, 105.

Asche von amerikanischen Anthraciten enthielt:

Kieselsäure	43.68	53.60
Eisenoxyd	8.22	5.59
Thonerde	39.34	36.69
Kalkerde	5.76	2 86
Magnesia	3.00	1.08
Manganoxyd	—	0.19

Donische Anthracite[1]) enthalten 2—6 Proc. Asche und 1—2 Proc. Schwefel.

Die grosse Dichtigkeit und Schwerentzündlichkeit des Anthracits erfordert stark gepresste und stark erhitzte Gebläseluft, die zuweilen wahrzunehmende Eigenschaft des Zerspringens in der Hitze niedrigere Oefen, als bei Cokes und Steinkohlen, und ein öfteres tieferes Niedergehenlassen der Gichten, um bei verstärktem Wind kleine Stückchen aus der Gicht zu blasen; auch befindet sich unter dem Tümpel häufig ein freier Raum von 0.08—0.10 m. Höhe zum continuirlichen Ausblasen der Asche. Zur Erhöhung der bei dem langsamen Verbrennen des Anthracits abnehmenden Production erweitert man den Querschnitt des Gestelles unter Zuführung grosser Windmengen, durch viele Formen (bis 15) möglichst gleichmässig vertheilt. Der verhältnissmässig grosse Anthracitverbrauch auf 100 Roheisen hat seinen Hauptgrund in der bedeutenden Reduction von Kohlenoxydgas in oberen Ofentheilen.[2]) Zur Bindung von Anthracitklein verwendet Loiseau ein Gemisch von Lehm und Kalkmilch; die Bildung eirunder Kohlensteine besorgt eine Maschine ganz allein.[3])

Beispiele.

Pennsylvanien.[4]) Anthracit durchschnittlich 5 Proc. Asche, 0.25—0.5 Proc. Schwefel, 5 Proc. flüchtige Stoffe; Oefen von 12.55—22.6 m. Höhe und bis 3.45 m. Herdweite, 5.65 m. Kohlensack- und 3.13 m. Gichtdurchmesser. Windpressung 0.44—0.51 kg. pr. qcm., Windwärme 300—600°. Verbrauch von 2.03—2.5 Thln. Anthracit auf 1 Thl. Roheisen. Production in 24 St. bis 40600 kg. Roheisen. — Westlicher Theil von Südwales (Ystalifera, Yniscedwin)[5]): Ofenhöhe 7.85—12.55 m., Windpressung 0.29—0.44 kg., $2^1/_2$ Thle. Anthracit auf 1 Thl. Roheisen

Steinkohlen.

2. Steinkohlen. Mittlere Zusammensetzung nach Knapp 79.3 C, 4.8 H, 0.8 N, 7.8 O, 1.7 S und 5.55 Asche. Die Brauchbarkeit derselben, 1619 zuerst in England[6]) angewandt, hängt ab:

Verh. beim Erhitzen.

a. Vom Verhalten in der Hitze.[7]) Am geeignetsten ist eine magere anthracitische, in der Hitze nicht zerspringende Kohle mit nicht über 10 Proc. Gasgehalt, sowie ältere Sinterkohle mit 10—15 Proc. Gasgehalt. Backkohlen sind auszuschliessen, Sandkohlen enthalten 40—48 Proc. flüchtige Bestandtheile und geben mehr oder weniger bröckliche Cokes.

Steinkohlenhohöfen erhalten weite Gichten[8]) zur Verlangsamung der Verkohlung und behuf Verhütung von Klumpenbildung und Explosionen, geschlossene Gichten zur Vermeidung zu heisser Vorbereitungszone, weite Gestelle bei vermehrter Windmenge und Windpressung (meist höher als bei Cokesöfen), um hinsichtlich der Production den langsamen Gichtenwechsel in Folge Vergrösserung der Vorberei-

---

1) Tunner, Russland's Montan-Industr. 1871, S. 60. 2) Engin. and Min. J., New-York 1874, Vol. 18, No. 7, p. 100. 3) B. u. h. Ztg. 1875. 4) B. u. h. Ztg. 1849, S. 314; 1852, S. 755; 1853, S. 905; 1854, S. 149; 1862, S. 344; 1869, S. 249; 1871, S. 2; 1872, S. 367; 1873, S. 179. Kerpely, Fortschr. 7, 7. Kerl, Met. 3, 202. 5) B. u. h. Ztg. 1862, S. 237, 429; 1863, S. 156. 6) B. u. h. Ztg. 1861, S. 6, 448; 1862, S. 169, 240. 7) B. u. h. Ztg. 1864, S. 108; 1873, 185, 396. Kerl, Met. 3, 198. 8) Allg. Berg- u. hüttenm. Ztg. 1863, S. 197.

tungszone auszugleichen (Gichtenzeit[1]) 35—63 St., bei Cokes 30—40 St., bei Holzkohlen 16 St. und weniger), stark erhitzter Wind zur Ausgleichung des Wärmeverlustes bei der Verkohlung. (Ungünstige Versuche in Oberschlesien S. 86, günstigere zu Witkowitz.[2]))

Aschengehalt.

b. Von der Quantität und Qualität der Asche. Die Asche der Steinkohlen nähert sich in ihrer Zusammensetzung häufig einem Bisilicat von Kieselsäure und Thonerde, doch können auch andere Bestandtheile in mehr oder weniger grossen Mengen auftreten, als Eisenoxyd (1—75 Proc.), Kalkerde (1—20 Proc.), Alkali (0—6 Proc. und mehr, von Schieferthon herrührend). Der Schwefel ist theils als Schwefelkies, theils als Sulfat, theils als Bestandtheil der verbrennlichen Substanzen der Kohle vorhanden. Balling[3]) fand in Steinkohlenasche 0.085—0.777 Proc. Phosphorsäure; nach Claye[4]) kann der Gehalt daran auf 1.5 Proc. steigen und dann für das Eisen schädlich werden. Reinsch[5]) nimmt einen mittleren Gehalt von 1 Proc. Phosphorsäure an. Aschenanalysen:

	a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.	h.	i.
Kieselsäure . . .	54.78	61.60	65.70	62.10	66.84	53.00	55.46	35.05	45.13
Eisenoxyd . . .	7.79	3.80	2.60	3.10	16.82	—	16.06	19.56	25.83
Thonerde . . .	30.92	28.20	23.60	29.00	7.37	40.00	18.94	26.00	22.47
Kalkerde	1.26	2.60	8.10	5 80	3.22	7.00	3.20	5.80	2.80
Magnesia . . .	0.50	1.40					1.86	1.95	0.52
Kali	—	—	—	—	—	—	—	2.55	0.60
Natron	—	—	—	—	—	—	—	0.65	0.28
Manganoxyd . .	0.64	0.40	—	—	—	—	—	—	—
Alkali und Verlust	3.91	0.70	—	—	—	—	2.04	—	—
Schwefelsäure . .	—	—	—	—	6.25	—	—	8.45	2.37
Phosphorsäure . .	—	—	—	—	—	—	1.73	—	—
Schwefeleisen . .	0.19	—	—	—	—	—	—	—	—
Schwefel	—	1.30	—	—	—	—	—	—	—

a. Von Hattingen. b. und c. von Poln. Ostrau, Sauerstoffverh. resp. 32.01 : 14.64 und 34.1 : 14.0. d. Von Mähr. Ostrau, Verh. 32.3 : 16.0 e. Von Hänichen bei Dresden. f. Von Saarbrücken. g. Von Königshütte. h. Von Swansea. i. Von Zwickau.

Ein Aschengehalt über 8 Proc. wirkt auf den Brennmaterialverbrauch schon entschieden ungünstig, desgleichen ein grösserer Schwefelkiesgehalt, welcher durch erhöhte Kalkzuschläge möglichst zu beseitigen gesucht wird, da ein Verwaschen der Korngrösse wegen nicht anwendbar. Letzteres ist für die Cokesbereitung von grossem Vortheil, welche meist besser auf der Hütte stattfindet, als Cokes zu kaufen.

Beste Kohlen enthalten durchschnittlich 3—7 Proc., mittlere 8—14 Proc., schlechtere mehr Asche und 0—2 Proc. Schwefel. Nach einem grossen Durchschnitt ergaben Kohlen von Newcastle 3.77 Proc. Asche und 1.24 Schwefel, aus Wales resp. 4.91 und 1.43, aus Schottland 4.03 und 1.11, aus Derbyshire 2.65 und 1.01. Saarbrücker Kohlen enthalten durchschnittlich 5 Proc. Asche, Cockerillsche Kohlen 1.5—6.75 Proc. Asche und 0.155—0.225 Proc. Schwefel, schwedische 7—32 Proc. Asche, russische Kohlen[6]) bis 20 Proc. Asche und bis 5 Proc. Schwefel. Bei einem grösseren Aschen- und Schwefelkiesgehalt werden die Steinkohlen, wenn sie vercokungsfähig sind, zweckmässig im verwaschenen und vercokten Zustande angewandt. Beim separaten Vercoken wird ein Schwefelgehalt

1) B. u. h. Ztg. 1855, S. 243, 261. Allg. Berg- u. hüttenm. Ztg. 1863, S. 24. 2) Oest. Jahrb. 10, 354. 3) Oest. Ztschr. 1868, No. 3. 4) B. u. h. Ztg. 1873, S. 239. 5) Kerpely, Fortschr. 4, 32. 6) Tunner, Russland's Montan-Industrie 1871, S. 56.

nur in Folge Ablöschens der Cokes mit Wasser etwas mehr entfernt, als im Hohofen. Man wendet deshalb auf Hütten Englands, welche das beste Roh- und Stabeisen produciren sollen, Cokes an (Forest of Dean, Pontypool, Blaenavon, Cyfartha, Lowmoor u. s. w.), für mittlere Qualität ein Gemenge von Steinkohlen und Cokes, welche letzteren auch einem zu starken Zusammensintern ersterer entgegen wirken können (Cwn Celyn, Ebbw Vale, Rhynmey), ferner rohe Kohle bei guter Qualität derselben und reineren Erzen (Dowlais) oder bei unreineren Erzen, wo dann aber auch eine mindere Eisenqualität erfolgt (Schottisches Kohleneisensteineisen). Doch ist bei Auswahl von rohen Steinkohlen oder Cokes auch das Verhalten der ersteren in der Hitze zu berücksichtigen. Man verbraucht auf 1 Theil weisses und graues Roheisen resp. 1 – 1.5 und 2 – 4 Theile Steinkohle.

Beispiele.

Schottland.[1]) Kohlenverbrauch auf 1 Theil Roheisen 2.50 - 3, bei Splintkohle mit 40—48 Proc. flüchtigen Bestandtheilen 2.2, bei schlechtester Kohle 4 Theile, selten unter 2 Theile. Windpressung 0.16—0.2 kg pro qcm. Ofenhöhe 12 – 20 m., Weite des Kohlensackes 4 – 4.6 m., der Gicht 2.5—3.5 m., des Gestelles 1.8—2.4 m. Windtemperatur 400 – 700°. — Dowlais. 1.52 – 2 Kohle auf 1 Roheisen. Windpressung 0.2 kg. Ofenhöhe 13.72 — 14.63 m, Gichtweite 2.29—3.20, Kohlensackweite 4.11 – 6.10, Gestellweite 2.44 — 3.05 m. Windtemperatur 336°. Bei neuen Oefen von 19.8 m Höhe nur 1.52 Theile Kohlen. Die Waleser Magerkohle für den Hohofenbetrieb enthält 89.33 C, 4.43 H, 3.25 O, 1.24 N, 0.55 S. 1.20 Asche.

Braunkohle.

3. Braunkohlen. Mittlere Zusammensetzung nach Knapp 60 C, 5 H, 26 O, 9 Asche. Während die älteren Braunkohlen im Hohofen beim Vercoken kleine, den Ofen verstopfende Cokes geben, auch viel und schwefelreiche Asche (der Steinkohlenasche in der Zusammensetzung ähnlich, mit einem Gehalt an Gyps und Schwefelkies, nebst Spur bis 1,6 Phosphorsäure) enthalten können, so sind neuere Bestrebungen darauf gerichtet, jüngere Braunkohlen (Lignite) bei passender Ofenconstruction im rohen oder angecokten Zustande u. s. w. nutzbar zu machen.

Beispiele.

Khern's Verfahren[2]), Köflacher Lignite neben der Gicht durch Gichtgase zu vercoken und die Cokes noch heiss in den um 1/3 gegen andere Oefen erniedrigten Ofen zu schaffen, wobei die Erze ebenfalls in heissem Zustande in den Ofen gelangen müssen. — Hachstock[3]) hat eine Rentabilitätsberechnung nebst eigenthümlicher Ofenconstruction vorgelegt und zu Kalán[4]) in Siebenbürgen wird Bessemerroheisen mit einem Gemisch von 25 Proc. Zsillthaler Braunkohlen und 75 Proc. Cokes und Holzkohlen zu gleichen Theilen erzeugt; zu Olsa[5]) verwendet man Köflacher Braunkohle. Häringer Braunkohlen geben 47—48, Fohnsdorfer 35 Proc. Cokesausbringen.[6]) — v. Reichenbach[7]) hat die in Oesterreich-Ungarn ausgeführten Versuche zur Verwendung von Braunkohlen beim Hohofenbetriebe zusammengestellt und einen Plan für eine neue Versuchsreihe entworfen. — Der Hohofenbetrieb mit Ligniten zu Kumi auf Euböa ist gänzlich missglückt. — Die Braunkohlen des Westens[8]) von Nordamerika waren weder roh noch verkohlt in Hohöfen brauchbar. Vortheilhaft hat man Braunkohlen mit Steinkohlen zusammenvercokt.[9]) Ausführliches über die Oesterreichischen Mineralkohlen, über Vercokung von Braun- und Steinkohlen, sowie über Briquettefabrikation findet sich im Denkbuch des Oest. Berg- und Hüttenwesens von Schauenstein, Wien 1873; über die Kärnthner Mineralkohlen im Specialkatalog der Wiener Collectiv-Ausstellung im Pavillon der Kärnthner Montan-Industriellen, Klagenfurt 1873, S. 92.

Torf.

4. Torf. Mittlere Zusammensetzung nach Knapp im lufttrocknen Zustande: 44.5 C, 4.5 H, 26.5 O und N, 8.5 Asche und 16.0 Wasser.

---

1) Berggeist 1861, S. 416. Allgem. B. u. h. Ztg. 1863, S. 191. Preuss. Ztschr. 14, 311.
2) B. u. h. Ztg. 1871, S. 204; 1872, S. 189 (mit Abbild.). Oest. Ztschr. 1871, No. 21. Oest. Jahrb. Bd. 21, Hft. 1.
3) Oest. Ztschr. 1873, No. 34, 40.
4) B. u. h. Ztg. 1873, S. 343; 1874, S. 369; 1875, S. 57. Oest. Ztschr. 1874, S. 31. Kärnthn. Ztschr. 1875, S. 32 (auch zu Prevali u. Zeltweg).
5) Oest. Ztschr. 1866, No. 4, 44; 1869, No. 39.
6) Kerpely, Fortschr. 4, 62.
7) B. u. h. Ztg. 1874, S. 213, 249.
8) Oest. Ztschr. 1874, S. 21.
9) Oest. Ztschr. 1869, No. 24; 1871, No. 13.

Während das starke Schwinden jüngerer Torfsorten, ein grösserer Aschengehalt mit schädlichen Bestandtheilen (Gyps, Schwefelkies, Phosphorsäure) und die Entstehung kleiner Kohlenstücke die Anwendung dieses Brennstoffes in Eisenhohöfen verhindern können, so ist derselbe bei hinreichender Reinheit im gedarrten und comprimirten Zustande seltener ganz für sich, als im Gemenge mit Holzkohlen vortheilhaft zur Anwendung gebracht [1]) (Ransko, Pillersee, Irland, Tangerhütte u. s. w.; Alexishütte braucht auf 100 Roheisen 97 Torf und 33 Holzkohlen).

5. Holz.[2]) Mittlere Zusammensetzung im trocknen Zustande nach Knapp: 49.5 C, 6 H, 43.5 O, 1 Asche. Dasselbe, 1830 in Russland zuerst angewandt, kann wegen grösseren Kohlenausbringens, geringen und gutartigen Aschengehaltes und bei zweckmässiger Verwendung der reichlicher entwickelten Gichtgase [3]) (S. 86) nur dann ökonomische Vortheile gewähren, wenn dasselbe hinreichend billig nahe zur Hütte zu schaffen ist (z. B. durch Flössen) und bei zweckmässigen Zerkleinerungsvorrichtungen. Als Uebelstände dabei stellen sich heraus: Holz.

a. Das Entstehen einer grossen Menge von leeren Räumen beim Chargiren und durch Schwinden beim Verkohlen, welche ein leichtes Durchrollen der Erze und dadurch Rohgang [4]) veranlassen.

Diesem Uebelstand wird durch grosse Brennmaterialchargen bei geräumigem Volumen des Schachttheiles über dem Kohlensack entgegengewirkt, indem enge Schachtdimensionen ein zu tiefes Niedergehen der Beschickungssäule herbeiführen (Gichten von 3—3.47 cbm. Inhalt bei 1.9 m. Gicht- und 3.79 m. Kohlensackdurchmesser und 7.59 m. Schachthöhe zu Rhonitz [5]), Versuche zu Witkowitz [6])). Selten wird Holz allein verwandt (Rhonitz), meist dasselbe im Gemenge mit Holzkohlen, wo dann das Durchrollen der Erze dadurch erschwert wird, dass man das Holz zuerst aufgiebt, darauf Kohlen und dann das Erz. In Schisshyttan [7]) dienen die obersten 3.5 m. des 17.8 m. hohen Ofens als Verkohlungsraum, durch die sehr reichlichen Hohofengase erhitzt.

b. Eine starke Erhitzung der Gicht bei Verbrennung der reichlicher entwickelten Gase.

Man vermeidet eine solche durch Schliessen der Gicht und Ableitung der Gichtgase, welche aber das Mauerwerk an den Canälen sehr stark angreifen, in den Leitungen reichlich Theer absetzen und mit dem Flugstaub sich mengend, diese verstopfen. Zur Theercondensation in Rhonitz befinden sich in der Leitung zwischen Ofengicht und einem als Reiniger dienenden, mit Sicherheitsventilen versehenen Thurm Waschkästen mit Wasserverschluss, die auf- und absteigende Fächer enthalten, desgl. eine solche Waschvorrichtung unten im Thurm, von wo die Gase dann in einem ansteigenden Rohre zu den Kesseln ziehen.

Rhonitz. Zerkleinerung des bis nahe zur Hütte getriftteten (geflössten), in 3.79 m. hohen Stössen aufgeklafterten lufttrockenen Holzes in guillotinenartigen Brechmaschinen in Stücke von 0.158—0.210 m. Länge, unvollständiges Darren während 1—2 St. in mit Gichtgasen oder Holz geheizten Darrkammern [8]); Windpressung 0.039—0.053 m. Hg., Windtemperatur 200—230°, Verbrauch von 2.4 cbm. Holz auf 100 kg. Roheisen; Ersparniss zu Gunsten des Holzes gegen Holzkohle 28 Kreuzer pro 100 kg. Roheisen. Man arbeitet auch mit einem Gemenge von Beispiele.

1) Kerl, Met. 3, 196. B. u. h. Ztg. 1863, S. 148. 2) Kerl, Met. 3, 194. 3) Kerpely, Fortschr. 2, 129. 4) Versuche zu Hieflau: B. u. h. Ztg. 1862, S. 39. 5) Oest. Ztschr. 1869, No. 20. Kerpely, Eisenhüttenwesen Ungarns S. 179, 189. Dessen Ausst.-Ber. S. 61. 6) Oest. Ztschr. 1861, No. 26. 7) Åkerman, Eisenfabrik. in Schweden, Stockholm 1873, S. 20. 8) B. u. h. Ztg. 1863, S. 104.

Holz und Holzkohlen in einem andern Ofen. — Harzer Hütten[1]) (Rübeland. Zorge). Zusatz von $1/3$—$1/2$ Volumen Holz zu Holzkohlen; Carlshütte, 66 Kohlen und 66 Holz auf 100 Graueisen. — Hessen. Zu Veckerhagen 38 Holz und 106 Kohle, zur Holzhausenerhütte 85 Holz und 100 Kohlen auf 100 Graueisen. — Schweden, Ersetzung der Holzkohlen durch Eichenholz. — Champigneulles[2]), Ersetzung von 1 Volumen Cokes durch 2 Volumen grünes Holz. — Bussy, Verbrauch von 55 Holz und 75 Cokes auf 100 halbirtes Giessereiroheisen.

Brennmaterialarten.

20. Verkohlte Brennmaterialien. Als solche kommen zur Verwendung:

Holzkohlen.

1. Holzkohlen[3]), im abgelagerten Zustande durchschnittlich 70.45 C, 1.68 H, 13.10 O, 1 Asche und 13.76 Feuchtigkeit nebst flüchtigen Verbindungen enthaltend. Dieselben liefern bei reinen Erzen ein ausgezeichnet reines Roheisen, ohne Weiteres zur Giesserei und Frischerei anwendbar (englisches Holzkohlenroheisen[4])), wegen gutartigen Aschengehaltes (2—3 Proc. mit vorwaltend kohlensaurem Kalk — bis 70 Proc. — und kohlensaurem Alkali — bis 20 Proc. — nebst geringen Mengen Kieselsäure, selten mehr als 5—6 Proc., Thonerde, Eisenoxyd und Magnesia, sowie meist nur Spuren von Schwefelsäure und Phosphorsäure) und Erzeugung minder hoher Temperatur, als bei Cokes, im Ofengestell.[5])

Diese niedrigere Temperatur, veranlasst durch die rasche reichliche Umwandlung der vor der Form gebildeten Kohlensäure durch die poröse Kohle in Kohlenoxyd, wirkt der Reduction von Kieselsäure entgegen und die reichliche Bildung von Kohlenoxydgas begünstigt die Reduction und Kohlung des Eisens, sowie auch einer Entkohlung dadurch entgegen gewirkt wird, dass das schmelzende Roheisen mit Sauerstoff abgebender Kohlensäure weniger in Berührung kommt. Die Graueisendarstellung bei Holzkohlen begünstigt eine saure Beschickung, indem sich mehr Silicium reducirt und dieses auf die Ausscheidung von Graphit wirkt, während bei Cokes die Beschickung basisch sein muss, um deren Schwefelgehalt zu entfernen, welcher auf Gebundenbleiben des Kohlenstoffs wirkt.[6]) Je höher das Eisen gekohlt ist, um so weniger Schwefel und Phosphor nimmt dasselbe auf. Das an Silicium ärmste Eisen erfolgt mit weichen Kohlen bei kalter Gebläseluft, siliciumreicheres bei harten Kohlen und heisser Gebläseluft. Die mindere Temperaturentwicklung bei Holzkohlen erfordert im Allgemeinen engere Oefen, namentlich engere Gestelle (die grössere oder geringere Leichtschmelzigkeit der Erze bedingt indes Variationen), sowie deren leichtere Zerdrückbarkeit minder hohe Oefen, als bei Cokes. Kleinster Ofen von 5.37 m. Höhe und 0.32 m. Gestellweite im Salagraben[7]) in Steyermark; durchschnittliche Ofenhöhe 8—10 m., grösste Höhe russischer Oefen[8]) oft über 15 m.; polnische Oefen[9]) 11.5 m.

Kohlenverbrauch.

Der Verbrauch an Kohlen[10]) richtet sich nach ihrer Beschaffenheit (hart oder weich u. s. w.), sowie nach der Schmelzbarkeit und Reichhaltigkeit der Beschickung, der Temperatur des Gebläsewindes und der zu erblasenden Roheisensorte (grau oder weiss).

Die geringste Kohlenmenge von allen Eisenhütten, auf 100 Theile Roheisen 57, braucht die Hütte zu Lölling in Steyermark, schwedische Hütten bei den reichen Magneteisensteinen durchschnittlich 72.5 Theile; bei Weisseisen verbraucht man gewöhnlich 60—90, höchstens 100, bei Graueisen selten nur 80—95 (Rothehütte am Harz, Nassau), meist 100—125—150 Theile, bei strengflüssigen Erzen noch mehr (Schlesien 170—194, Bairische Hütten zu Trautenstein, Eisenärzt, Carolinenhütte 155—165, russische Hütten[11]) trotz reicher Beschickung über 100,

1) Karsten, Arch. 2. R. Bd. 25. B. u. h. Ztg. 1853, No. 1; 1859, S. 441. 2) B. u. h. Ztg. 1859, S. 282. 3) Gillon, carbonisation du bois et emploi du combustible dans la métallurgie du fer, Paris 1873. 4) B. u. h. Ztg. 1862, S. 169; 1863, S. 156. 5) Kerl, Grundr. d. allgem. Hüttenk. S. 52. 6) Oest. Jahrb., Bd. 22, No. 2. 7) B. u. h. Ztg. 1867, S. 379. 8) Tunner, Russl. Montan-Industr. 1871, S. 54, 98. 9) B. u. h. Ztg. 1874, S. 306. 10) Kerl, Met. 3, 181. Preuss. Ztschr. 19, 82. 11) Tunner, Russl. Montan-Industr. S. 120.

selbst bis 140 Theile Kohlen, wegen der gebräuchlichen Lagerung im Freien leicht schlechten Ofengang erzeugend, Raschetteöfen daselbst 101—105 Thle.; Couvin[1]) in Belgien — einziger Holzkohlenofen — 120 Theile Kohlen. In der Bukowina erzeugt man aus Manganeisenstein mit 15 Proc. Eisen und 40 Proc. Mangansuperoxyd Manganeisen (Ferromangan mit 11.54 Proc. Mangan) mit 1.6 cbm. weichen Holzkohlen pro 100 kg., ferner aus Mangan-, Spath- und Thoneisenstein Spiegeleisen mit 1.5 cbm. und Weisseisen mit 1.2 cbm. Holzkohlen. Die Holzkohlenöfen produciren in 24 St. je nach ihrer Grösse und der Beschaffenheit der Erze 1600—30000 kg. Roheisen.

Die hohen Preise der Holzkohlen, welche bei mässigen Ofendimensionen nur eine beschränkte Production gestatten, haben selbst an Orten, welche weit von den Kohlenlagerstätten entfernt sind, Cokeshohofenbetrieb mit grösserem Vortheile ermöglicht (Schwechat, Steyermark und Kärnthen[2]), Rothehütte[3]) am Oberharz u. s. w.). Durch theilweise Ersetzung der Holzkohlen durch Cokes, Braunkohlen, Torf u. s. w. (gemischter Betrieb)[4]) lassen sich zuweilen Vortheile gegen jeden dieser Brennstoffe für sich erzielen, ohne dass die Eisenqualität wesentlich verschlechtert wird.

2. Steinkohlencokes.[5]) Die Anwendbarkeit derselben hängt ab: **Cokes.**

a. Von ihrem Aggregatzustand[6]), welcher wesentlich auf Festigkeit (dadurch Ofenhöhe), Leistungsfähigkeit und Brennbarkeit (Windpressung u. s. w.) influirt. Am geeignetsten sind Sintercokes; Backcokes[7]) geben wegen Zerbrechlichkeit viel Klein. Magere anthracitartige Kohlen können mit fetten, selbst von entfernteren Orten, gutes Material liefern (magere Creusotkohle giebt mit fetter von St. Etienne Cokes mit nur 0.22 Proc. Schwefel). Je fester die Cokes (und die Erze), desto grösser kann die Ofenhöhe genommen werden. **Einfluss des Aggregatzustandes.** **Ofenhöhe.**

Letztere beträgt gewöhnlich 12.5—19 m., kann aber auf 25—30 m., selbst 37.5 m. (Cleveland[8])) bei sehr festen Cokes und festen Erzen steigen. Belgische Cokes sind fester, als Saarcokes, daher die grössere Höhe der Oefen (bis 20 m.) bei Anwendung der ersteren im Luxemburg'schen, als bei letzteren (15—16 m.). Der Gleiwitzer Hohofen für die leichtflüssigen zinkhaltigen mulmigen Erze und die zerreiblichen Cokes von Zabrze ist noch niedriger (14.3 m.). Bei westphälischen Cokes kommen Ofenhöhen von 17—19 m. vor. Die porösen Gascokes lassen sich nur in niedrigen Oefen verwenden und können dann ein weicheres Roheisen geben, als dichtere Cokes (Rothehütte[9]) mit 13.75 m. hohem Ofen).

Wegen grösserer Dichtigkeit verbrennen Cokes schwieriger als Holzkohlen und geben einen langsameren Gichtenwechsel (S. 89); in Folge dessen würde bei allerdings besserer Vorbereitung die Production sinken, wenn man nicht den Querschnitt der Oefen erweiterte bei entsprechender Vermehrung des Windquantums und Steigerung der Pressung (8—20 cm. Quecksilbersäule) und Temperatur des Windes (300—800°), wobei eine Massenproduction mit wesentlicher Brennstoffersparung eintritt. **Grösse der Production.**

Der heisse Wind begünstigt zwar die Reduction des Siliciums und wirkt zerstörender auf das Ofenbaumaterial im Schmelzraum, aber man kann ersterer durch Erhöhung des Kalkzuschlages, letzterem Uebelstand durch Erweiterung und Aussenkühlung des Gestelles entgegen wirken. Bei der erzielten Massenproduction bedarfs besonderer Vorrichtungen beim Aufgeben, Transport u. s. w. der Schmelzmaterialien und Producte, im Vergleich zu Holzkohlenöfen. Die Cokeshohöfen produciren in 24 St. 12,000 (Oesterreich) bis 108,700 kg. Roheisen (Luxemburg).

1) Rev. univers. 1873, Tom. 34, p. 286. 2) B. u. h. Ztg. 1869, S. 416; 1872, S. 200. Kerpely, Fortschr. 6, 2; Oest. Ztschr. 1868, No. 8. 3) B. u. h. Ztg. 1871, S. 291. 4) Kerl, Met. 3, 157, 189. B. u. h. Ztg. 1865, S. 63. 5) B. u. h. Ztg. 1868, S. 176. 6) B. u. h. Ztg. 1850, S. 641; 1861, S. 169; 1862, S. 210. Werthverhältnisse zwischen Holzkohlen u. Cokes: Oest. Jahrb. 10, 426. 7) B. u. h. Ztg. 1860, S. 212, 425. 8) B. u. h. Ztg. 1868, S. 50. 9) Preuss. Ztschr. 19, 72.

Die kleinste Production von 3500 kg. hat ein Hohofen zu Rothehütte[1]) am Harz auf Roheisen. welches aus reinen Materialien und bei sorgfältig geleitetem Betriebe erhalten, sowohl zur gewöhnlichen directen Giesserei, als auch zum Hartguss und zum Bessemern tauglich ist.

Einfluss der höheren Temperatur.

In Folge der dichteren Beschaffenheit der Cokes wird die vor den Formen entstandene Kohlensäure weniger leicht zu Kohlenoxydgas reducirt, das vor der Form herabtropfende Roheisen wird durch die Kohlensäure leichter entkohlt und im Gestell mehr Silicium reducirt wegen längeren Verweilens der Beschickung in demselben bei der langsameren Verbrennung der Cokes und der hier in Folge minderer Kohlenoxydbildung herrschenden höheren Temperatur, welche, wie bemerkt, eine Erweiterung des Gestelles zulässt.

Durch Anwendung reichlicherer Kalkzuschläge, durch basischere Beschickung, sucht man der Siliciumreduction entgegenzuwirken, wo solche nicht erwünscht ist (Bessemerroheisen), sowie eine reichlichere Kohlenoxydbildung, welche auch zur Reduction des Eisenoxydes erforderlich ist, durch Vermehrung der Cokesmenge herbeizuführen, wo dann die Kohlensäure mit einer grösseren Cokesoberfläche in Berührung kommt. Man verbraucht deshalb für gleiche Roheisenmengen mehr Cokes (und noch mehr Steinkohlen und Anthracit), als Holzkohlen, jedoch hat sich das Verhältniss günstiger gestaltet seit Anwendung stark erhitzten Windes und bedeutender Vergrösserung der Oefen und somit der Production[2]) (früher auf 100 Theile weisses Roheisen 125—150, auf Graueisen 170—250 Theile, neuerdings 110—100 und bei sehr grossen Oefen selbst 98—85 Theile (Steele, Cleveland[3]) bei Wind von 800° C.), in Lothringen und Luxemburg bei Minette 104—110 bei Puddeleisen, in Westphalen durchschnittlich 115—125, zu Ilsede 110.5. zu Neunkirchen 128 Theile Saarkohlen auf 100 Weisseisen, zu Stieringen auf 100 Roheisen 130 Cokes und 300 Erz bei 50,000 kg. Production in 24 St.; die strengflüssigen kieselsäurereichen Oberschlesischen Erze erfordern 150—160 Theile Backcokes oder 200 Theile Sintercokes.

Cokesverbrauch.

Aschengehalt.

b. Von dem Aschengehalt der Qualität und Quantität nach.[4]) Die Cokesasche enthält die Bestandtheile der Steinkohlenasche (S. 89), nur ist sie schwefelärmer. Mit steigender Menge daran, sowie des Schwefels nehmen die Productionskosten für das Roheisen zu.

Beispiele.

Nach Lürmann[5]) sind nur Cokes aus Steinkohlen mit 6—7 Proc. Asche gut zu gebrauchen; bei grösserem Aschengehalt müssen sie verwaschen werden. (Beste Kohlen enthalten durchschnittlich 4—7, mittlere 8—14, schlechtere über 14 Proc. Asche bei 0.5—2 Proc. Schwefelgehalt.) Von allen Cokessorten zeichnen sich die englischen durch Reinheit, Festigkeit und Tragfähigkeit vor den continentalen aus und es gleichen die besten Wäschen diesen durch Reinheit und Gleichmässigkeit der Kohlen bedingten Vorzug nicht leicht aus. Beste englische Cokes enthielten 97.60 Kohle, 1.55 Proc. Asche und 0.85 Proc. Schwefel, im grossen Durchschnitt englische Cokes 6—8 Proc., französische 8—12 Proc., continentale überhaupt mit wenigen Ausnahmen 12—15, selbst bis 20 Proc. Die Grenze der Brauchbarkeit dürfte mit 25 Proc. Asche erreicht sein. Westphälische Cokes von Harpen hielten aus gewaschenen und ungewaschenen Kohlen 10—14 Proc. Asche bei 12.5 kg. Gewicht pro 0.0309 cbm. (1 Cbfss. rheinl.), Gascokes zu Rothehütte 10—12 Proc. Asche bei 10.59 kg., Schaumburger Cokes 7—10 Proc. Asche bei 13 kg. Gewicht, Cokes von Ostrau, Schwadowitz und Steierdorf 10—15, Fünfkirchner 20 Proc. u. s. w. Auf dem Continente allein werden jährlich an 800—1000 Mill. kg. Asche unnützer Weise transportirt. Beste Cokes aus Waleser gewaschener Halbfettkohle (Cokeskohle) enthalten 95.23 C, 0.77 S, 3.34 Asche. — Mit kochsalzhaltigem Wasser abgelöschte Cokes geben zu einer merklichen Ent-

1) Preuss. Ztschr. 19, 70. 2) Brennmaterialverbrauch in engl. Hohöfen: B. u. h. Ztg. 1874, S. 110. 3) B. u. h. Ztg. 1872, S. 175; 1874, S. 291. 4) Kärntbn. Ztschr. 1873, No. 9 u. 10; 1874, No. 13 u. 14. 5) Berggeist 1865, No. 35.

wicklung von salzsauren Dämpfen und Eisenchlorid Veranlassung, welch erstere namentlich die Arbeiter auf der Gicht sehr belästigen können, dann aber auch das Eisenwerk stark angreifen. Die Eisenchloriddämpfe können die Blechmäntel der Oefen zerstören.[1])

Gegenmittel gegen Siliciumreduction.

Da die Cokesasche im heissesten Theil des Ofens, vor der Form, frei wird, so würde bei ihrem hohen Siliciumgehalt viel Silicium reducirt werden und ins Eisen gehen, wenn man nicht durch Vermehrung des Kalkzuschlages die Kieselsäure in die Schlacke zu führen suchte.

Dieses Mittel lässt jedoch den Zweck nicht vollständig erreichen, da der Kalk grossentheils schon oberhalb der Form sich verschlackt, während vor der Form erst die kieselsäurereiche Asche frei wird. Es ist deshalb in Vorschlag gebracht, beim Vercoken der Steinkohle schon Kalk zuzusetzen, welcher dann nach dem Verbrennen der Kalkcokes (S. 18. 62) noch zur Wirkung kommt.

Beseitigung des Schwefels.

Auch der Schwefelgehalt[2]) der Cokes bedingt zur Erzeugung eines möglichst schwefelarmen Eisens einen höheren Kalkzuschlag, welcher die Strengflüssigkeit der Beschickung erhöht, so dass diese langsamer im Ofen niedergeht, das Eisen sich vollständiger kohlt, grau wird und in diesem Zustande weniger zur Schwefelaufnahme geneigt ist (S. 11), der Schwefel aber um so mehr als Schwefelcalcium in die Schlacke geführt wird, je heisser der Gebläsewind. Auch wirken kleinere Gichten[3]) auf höhere Kohlung des Eisens und somit mindere Neigung desselben zur Schwefelaufnahme. Soll weisses Eisen erblasen werden, so ersetzt man den Kalk theilweise durch Leichtflüssigkeit herbeiführendes Manganoxydul, welches auch zur Entfernung von Silicium und Schwefel beiträgt (S. 19).

Durch Verwaschen[4]) der Steinkohlen kann der Schwefelkiesgehalt vermindert werden; $^1/_3$ davon bleibt etwa noch in den Cokes als niedrigere Schwefelungsstufe des Eisens und als Schwefelcalcium, zu dessen weiterer Entfernung ein Ablöschen[5]) der glühenden Cokes mit kaltem Wasser wenig beiträgt, heisses im fein vertheilten Zustande aber wirksamer sein soll. 0.5 Proc. Schwefel scheinen auf das Roheisen ohne wesentlich nachtheiligen Einfluss zu sein. — Als sonstige Entschwefelungsmittel sind vorgeschlagen: Einleiten von Wasserdampf[6]) in die Cokesöfen, Zusatz von Kochsalz[7]), Erhitzen in comprimirter Luft von 250—300° C.[8]), Behandlung der Cokes mit verdünnter Salzsäure[9]) oder den manganhaltigen Laugen von der Chlorbereitung[10]) u. A.

Wirkung eines steigenden Aschengehaltes.

Mit steigendem Aschengehalt der Cokes nehmen Grösse des Kalkzuschlags, Strengflüssigkeit der Beschickung und damit der Brennmaterialverbrauch zu, der Wärmeeffect der Cokes und die Production nehmen ab und der Ofengang wird leicht unregelmässig, was wieder auf die Qualität des Productes und die Abnutzung des Apparates ungünstig einwirkt. Aschenreiche Cokes pflegen leichter zerdrückbar als aschenarme zu sein. Durch Erhöhung der Windtemperatur sucht man auf eine möglichste Verminderung des Brennstoffconsums hinzuwirken.

Um zu Witkowitz in Mähren bei kaltem schwach gepressten Winde weisses Roheisen zu erblasen, bedarfs:

---

1) B. u. h. Ztg. 1875, S. 47. 2) Kärnthn. Ztschr. 1874, S. 296. 3) B. u. h. Ztg. 1874, S. 62. 4) B. u. h. Ztg. 1870, S. 6. 5) B. u. h. Ztg. 1860, S. 83; 1864, S. 100; 1870, S. 8. Kärnthn. Ztschr. 1874, S. 303. 6) B. u. h. Ztg. 1854, S. 239; 1861, S. 378. 7) B. u. h. Ztg. 1858, S. 149, 225, 252. 8) B. u. h. Ztg. 1870, S. 303. 9) B. u. h. Ztg. 1863, S. 303. 10) B. u. h. Ztg. 1873, S. 192.

178.1	Proc.	Cokes	mit	0	Proc. Asche
188.4	„	„	„	5	„ „
200.8	„	„	„	10	„ „
214.9	„	„	„	15	„ „
231.5	„	„	„	20	„ „
250.4	„	„	„	25	„ „
272.7	„	„	„	30	„ „

Auf einer böhmischen Hütte[1]) war bei Cokes mit 16 Proc. Asche und 1.6 Proc. Schwefel die Erzeugung von grauem Eisen nicht möglich, ohne die Oekonomie des Betriebes bedeutend ausser Acht zu lassen, dagegen erwuchsen bei 10—12 Proc. Asche und 1.1—2 Proc. Schwefelgehalt keine Schwierigkeiten. Bei Cokes mit 10 Proc. Asche brauchte man auf 100 Eisen 173 Cokes und 82.2 Kalkstein, bei solchen mit 15 Proc. Asche resp. 188 und 102. Bei dem Durchsatz gleicher Möllermengen verringerte sich in letzterem Falle die Tagesproduction um 2.10 Proc. und der Nutzentgang war bei 100 kg. Roheisen 3.9 Kreuzer. — Auf englischen Eisenhütten[2]) schwankt der Kalkzuschlag auf 1 Theil Roheisen zwischen 0.4—1.1, und zwar ist er am geringsten bei den 55—60procentigen gerösteten schottischen Kohleneisensteinen, am höchsten bei den Rotheisensteinen zu Pontypool und Blaenavon.

Abweichung d. Producte.

Die beim Cokeshohofenbetrieb erfolgenden Producte weichen von denen der Holzkohlenöfen im Allgemeinen in folgenden Punkten ab:

Roheisen.

a. Roheisen. Graues Cokesroheisen, aus gleich reinen Eisenerzen erblasen, wie Holzkohlenroheisen, ist gewöhnlich reicher an Graphit, Silicium und Erdmetallen, aber ärmer an chemisch gebundenem Kohlenstoff, als letzteres. Der Gehalt an Silicium uud Schwefel im Cokesroheisen ist abhängig von der Höhe der vor der Form herrschenden Temperatur (mehr oder weniger dichte Cokes, mehr oder weniger stark erhitzte Gebläseluft, engeres oder weiteres Gestell) und der Basicität der Schlacke. Dass mit steigendem Kalkzuschlag bei entsprechender Temperatur beide abnehmen, haben zahlreiche Versuche[3]) ergeben. Während das Holzkohlenroheisen wegen seiner grossen Festigkeit ein ausgezeichnetes Giessereimaterial und wegen grosser Reinheit tadellose Frischproducte giebt, so wird das minder feste Cokesroheisen meist erst durch Umschmelzen zur Giesserei geeignet (Ausnahmen z. B. zu Rothehütte S. 94) und giebt meist minder gute Frischproducte oder erfordert zuvor ein Feinen.

Nachstehende Analysen ergeben die Unterschiede zwischen Holzkohlen- und Cokesroheisen:

	Wasseralfingen.		Rothehütte.	
	Holzkohle.	Cokes.	Holzkohle.	Cokes.
Eisen	92.606	93.279	—	—
Chem. geb Kohlenstoff	0.595	0.086	0.881	0.46
Graphit	3.316	2.171	2.279	2.55
Mangan	0.176	0.388	0.010	0.493
Aluminium	0.009	0.028	—	—
Chrom	0.024	0.027	—	—
Kupfer	0.020	0.009	—	—
Arsen	0.015	0.015	—	—
Antimon	0.027	0.011	—	—
Nickel, Kobalt	0.014	0.035	—	—
Zink	Spr.	Spr.	—	—
Titan	0.029	0.029	—	—
Phosphor	0.465	0.459	0.223	0.432

1) Kärnthn. Ztschr. 1873, S. 218. 2) B. u. h. Ztg. 1862, S. 253. 3) B. u. h. Ztg. 1856, S. 306; 1858, S. 307; 1862, S. 234; 1868, S. 89. Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 5, 7. Polyt. Centr. 1862, S. 824.

	Wasseralfingen. Holzkohle.	Cokes.	Rothehütte. Holzkohle.	Cokes.
Schwefel	0.027	0.036	0.014	0.018
Silicium	2.007	3.265	1.409	1.71
Vanadin	—	0.012	—	—
Magnesium	—	0.010	—	—
Calcium	—	0.072	—	—
Schlacke	0.902	0.171	—	—

b. Schlacken. Dieselben sind aus beregten Gründen (S. 94, 95) bei Cokes meist basischer, als bei Holzkohlen, wie folgende Analysen darthun: Schlacken.

	Rothehütte. Holzkohle.	Cokes.
Kieselsäure	52.112	36.7
Thonerde	12.414	16.7
Kalkerde	31.350	46.7
Eisenoxydul	—	0.2

Während die basischen dünnflüssigen Cokeshohofenschlacken von selbst in transportable Gefässe abfliessen, ist dieses bei den zäheren Holzkohlenofenschlacken seltener der Fall; sie werden abgezogen.

c. Gichtgase. Dieselben erfolgen bei Cokeshohöfen wegen grösseren Brennstoffverbrauches in reichlicherer Menge, als in Holzkohlenöfen, ohne dass im Verhältniss zwischen Kohlensäure und Kohlenoxydgas ein wesentlicher Unterschied zu sein scheint. Abweichender sind die Verhältnisse in mit rohem Brennmaterial betriebenen Oefen. Gichtgase.

Obgleich in denselben Höhen die Temperatur in Cokeshohöfen höher als in Holzkohlenöfen ist, so lässt sich die Temperatur der Gichtgase beider durch die Höhe des Ofens bei entsprechender Weite der Gicht gleich niedrig halten.

3. Braunkohlencokes und Torfkohlen. Von ersteren war bereits (S. 90) die Rede, letztere[1]) können bei geringem Aschengehalt und namentlich geringem Phosphorgehalt darin, sowie genügender Festigkeit in nicht zu hohen Eisenhohöfen allein oder im Gemisch mit Holzkohlen (Reichenau[2])) Anwendung finden, jedoch nur unter besonders günstigen lokalen Verhältnissen, namentlich nur bei Kleinbetrieb.[3]) Braunkohlen- u. Torfcokes.

Torfkohlen können für diesen Zweck in Gruben (Schweden[4])) oder Oefen (Josephsthal[5]) in Böhmen, Meppen[6])) dargestellt werden.

21. Gasförmige Brennmaterialien. Dieselben sind in der Art versuchsweise in Anwendung gebracht, dass man: Versuche damit.

1. Dem Hohofenschacht entzogenes Kohlenoxyd durch die Form wieder in den Ofen zurückleitete, um an Brennmaterial zu sparen.

Es wurde dadurch zwar die Reduction in den oberen Räumen unterstützt, aber in den unteren Räumen nicht die erforderliche Temperatur erzielt (Steyermark[7])), wozu die Anreicherung des mit dem Kohlenoxydgas gemischten Stickstoffs wesentlich mit beiträgt. Die ökonomischen Vortheile der von Schinz[8]) empfohlenen Elimination des Stickstoffs sind noch zu bestätigen. Bei Anwendung von Kohlenoxydgas allein ohne festes Brennmaterial findet keine genügende Kohlung des Eisens statt.

2. Durch brennbare Gase (Kohlenoxyd, Wasserstoff, Kohlenwasserstoff) in einem Schachtofen die Reduction und Kohlung des

1) Kerl, Met. 3, 190. Kerpely, Fortschr. 3, 107. 2) Oest. Ztschr. 1869, S. 311. 3) Oest. Ztschr. 1867, S. 21. 4) B. u. h. Ztg. 1871, S. 184. 5) Oest. Jahrb. 15, 238. Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 17, 646. 6) Kerpely, Fortschr. 2, 75. 7) Kerl, Met. 3, 204. Oest. Jahrb. 9, 317. Oest. Ztschr. 1874, S. 352. 8) B. u. h. Ztg. 1869, S. 24.

Eisens bewerkstelligt, dann die Schmelzung behufs Trennung des gekohlten Eisens von der Schlacke in einem zweiten Apparate vornimmt.

Thoma[1]) nimmt diese Schmelzung in einem Schachtofen vor, Gurlt[2]) wendete bei seinen hinsichtlich der Reduction des Eisens nicht wohl gelungenen Versuchen zu Gladbach einen Flammofen zur Trennung der Schlacke[3]) von dem Eisenschwamm an. In Nordamerika soll neuerdings Petroleum in Dampfform zur Eisendarstellung benutzt werden. Lürmann[4]) hat empfohlen, in den mit minderen Brennstoffen versehenen Eisenhohofen neben erwärmtem Wind überhitzten Wasserdampf einzuleiten, um daraus brennbare Gase zu bilden.

3. Reiser[5]) hat neuerdings empfohlen, die Erze mit weniger Brennmaterial zu mengen und in die oberen Ofenregionen möglichst stark erhitzte brennbare Gase mit Luft einzuleiten behufs Erzielung einer Brennstoffersparung, einer besseren Roheisenqualität u. s. w.

---

3. Abschnitt.

Schmelzvorrichtungen.

Schmelzvorrichtungen.

22. Umfang.[6]) Zu den Schmelzvorrichtungen gehören Schmelzöfen, Hilfsapparate zur Beförderung der in ersteren hervorzubringenden chemischen Reactionen (Gebläse nebst Windregulatoren und Winderhitzungsapparaten), sowie Vorrichtungen und Werkzeuge für mechanische Operationen.

1. Capitel. Eisenhohofen.

Gruben.

23. Geschichtliches.[7]) Die früheste Eisengewinnung scheint in Höhlungen an Hügelabhängen bei Zugluft ausgeführt zu sein, indem man sehr reine Erze in die Gluth eines niedergebrannten Feuers warf, sie mit Holz bedeckte und die entstandenen kleinen schmiedbaren Eisenpartien ausräumte.

In Kärnthen[8]) sind solche Gruben neuerdings noch aufgefunden, sowie 0.948—1.264 m. weite und 1.58—1.90 m. hohe gemauerte Windöfen mit Sumpf am Boden.

Gebläse-Herde.

Zur Römerzeit wurde dieser Process z. B. in Kärnthen in niedrigen Herden oder kleinen Schachtöfchen von den Dimensionen der Windöfen (Luppen-, Rennfeuer) mit reinen reichen Erzen und Holzkohlen unter Anwendung von Hand- und Tretbälgen mit Thondüsen ausgeführt, wobei das reducirte Eisen keine Gelegenheit fand, sich vollständig zu kohlen und von mehr oder weniger schmiedeeisen- oder stahlartiger Beschaffenheit erfolgte. Dasselbe wurde als

---

1) B. u. h. Ztg. 1873, S. 336. 2) Gurlt, die Roheisenerzeugung mit Gas u. s. w., Freiberg 1857. Berggeist 1857, S. 606. B. u. h. Ztg. 1857, S. 12; 1860, S. 27. 3) B. u. h. Ztg. 1873, S. 239 (s. auch S. 86, 205). 4) B. u. h. Ztg. 1870, S. 327. 5) Oest. Ztschr. 1874, S. 352. Oest. Jahrb. 22, 419. 6) Literatur über Roheisenerzeugung in B. u. h. Ztg. 1869, S. 325. 7) Kerl, Met. 3, 206. 8) Kärnthn. Ztschr. 1873, S. 108. Kerpely, Ausst.-Ber. 1873, S. 65. B. u. h. Ztg. 1864, S. 385.

Klumpen aus dem Apparat geschafft und durch Schweissen und Schmieden weiter behandelt.

Derartige Processe werden zur Zeit noch in rohem Zustande in Asien (Indien, Borneo u. s. w.) und Afrika [1]), in Europa (Spanien, Italien) aber mit verbesserten Gebläsen in Luppenherden (s. Abtheilung 2, Schmiedeeisen) ausgeführt.

Durch Erhöhung der Herde auf 1.88—2.5 m. im 16. Jahrhundert und bis auf 3.77 m. im 18. Jahrhundert bei gleichzeitiger Anwendung von durch Wasserräder getriebenen Balggebläsen erhielt man die sogenannten Stück- oder Wolfsöfen, welche bei discontinuirlichem Betriebe immer noch Klumpen (Stücke, Wölfe) von schwach gekohltem schmiedbaren Eisen, allerdings mit geringerem Aufwand an Brennmaterial und vollständigerem Metallausbringen gaben. Stücköfen.

Der besonders in Kärnthen (c. l. S. 98) ausgebildete Stückofenbetrieb hat daselbst 1775 sein Ende erreicht, wird aber zur Zeit noch an einigen Orten in Siebenbürgen [2]) ausgeführt, desgl. in Ostindien [3]), Finnland [4]), Türkei [5]), China [6]), Japan [7]) u. s. w. Zu Ende des 18. und zu Ende des 19. Jahrhunderts waren in Kärnthen zur Verarbeitung der Frischschlacken (Frischsinter) auf schmiedbares Sintereisen 3.14—5.65 m. hohe Sinteröfen [8]) in Anwendung, ähnlich betrieben wie Stücköfen.

Durch weitere Erhöhung der Schachtöfen trat eine vollständigere Kohlung und eine Schmelzung des Eisens bei der vorhandenen höheren Temperatur und längeren Berührung von Erz und Brennmaterial ein, man konnte unter Brennmaterialersparung strengflüssigere Erze verschmelzen und bei zeitweiligem Ablassen des flüssigen Roheisens und lagenweisem Aufgeben von Erz- und Kohlenschichten einen continuirlichen Betrieb führen. Derartige Oefen über 4.7 m. Höhe wurden Hohofen, Hochöfen, (in Kärnthen Flossöfen, seit 1567 eingeführt) genannt. Hohöfen.

Dieselben gestatten nach einander die Vorbereitung der Schmelzmaterialien, die Reduction, Kohlung und Schmelzung des Eisens, das Schmelzen der Schlackenbestandtheile und die Trennung von Schlacke und Eisen nach den specifischen Gewichten in einem hinreichend erhitzten Raum. Flammöfen [9]) erfüllen diese Bedingungen nur theilweise.

24. Allgemeine Construction der Hohöfen. Der auf einem festen, wohl mit Kreuzabzügen (Andreaskreuz) versehenen Fundamente ruhende Schachtofen wird von einem inneren aus feuerfesten Materialien bestehenden Mauerwerk (Kernschacht, Futter) gebildet, welches, durch einen mit schlechten Wärmeleitern (Ziegelstücke, Sand, Schaumschlacke, Asche u. s. w.) lose gefüllten Zwischenraum (Füllung) davon getrennt, eine äussere Hülle aus minder feuerfestem Mauerwerk (Rauhschacht, Rauhgemäuer) oder Eisen (Mantel) umgiebt. Ein an der Innenseite des Rauhgemäuers oder Mantels noch angebrachtes dünnes feuerfestes Futter, welches bei etwaiger Zerstörung des Kernschachtes den Rauhschacht Allgemeine Construction.

1) Percy-Wedding's Eisenhüttenkunde 2, 519. 2) Kerpely, Eisenhüttenwesen Ungarns 1872, S. 8, 12, 14. B. u. h. Ztg. 1873, S. 47. 3) B. u. h. Ztg. 1860, S. 411; 1868, S. 17. Kerpely, Ausst.-Ber. S. 8. 4) B. u. h. Ztg. 1857, S. 422. 5) B. u. h. Ztg. 1873, S. 109. 6) B. u. h. Ztg. 1872, S. 397. Kerpely, Ausst.-Ber. S. 5. 7) Kupelwieser, Hüttenwesen auf d. Wien. Ausst. 1873, S. 89. B. u. h. Ztg. 1875, S. 75. 8) Kärnthn. Ztschr. 1873, S. 174. Kerpely, Ausst.-Ber. S. 66. Special-Katalog der Collectiv-Ausstellung der Kärnthnerischen Montan-Industriellen (Wien. Ausst.), Klagenfurt 1873, S. 163. 9) Karsten, Arch. 1. R. 11, 280. Oest. Ztschr. 1856, S. 137, 165, 195. B. u. h. Ztg. 1871, S. 184; 1873, S. 107.

schützen soll, nennt man falsches Hemde. Die Innengestalt des Schachtes ist gewöhnlich tonnenförmig oder die zweier mit ihrer grossen Basis aufeinander gesetzter abgestumpfter Kegel und es wird die obere Mündung des Schachtes, welche von Mauerwerk oder Eisenblech (Gichtmantel) mit darin gelassenen Chargiröffnungen umgeben ist, Gicht, der weiteste Theil Kohlensack (Bauch), der untere Ofentheil, in welchem die zur Windeinführung dienenden Formen liegen, Gestell oder Schmelzraum und der Raum unter den Formen zur Aufnahme und Separation der geschmolzenen Massen Eisenkasten, Herd oder Untergestell genannt, im Gegensatz zum Obergestell, dem Raum zwischen Formen und Rast. Zuweilen verläuft der Schachtraum vom Kohlensack aus nicht gleichmässig in das Gestell, sondern die Wände erhalten zwischen beiden eine abweichende Neigung und heissen dann Rast. Der Eisenkasten ist entweder durch den bis auf den Sohl- oder Bodenstein hinabgehenden unteren Theil der Vorwand (Brust) ganz geschlossen (Oefen mit geschlossener Brust (Blauöfen), und letztere enthält dann ein Stichloch zum Ablassen des Eisens und darüber eine Oeffnung zum Abfluss der Schlacke (Schlackenloch); oder die Brust reicht mit ihrem unteren Theil (Tümpel) nicht ganz bis auf den Sohlstein hinab und der Eisenkasten ist nach vorn durch einen mit Stichloch für das Roheisen versehenen und mit einer Eisenplatte (Wallplatte) geschützten Stein (Wall- oder Dammstein) geschlossen, über welchen die Schlacke aus dem Vorherd, dem Raum zwischen Tümpel und Wallstein, abfliesst (Oefen mit offener Brust, Sumpföfen).

Neuerungen.

Neuerdings hat man sich von den kolossalen Rauhgemäuern, den doppelten Futterschächten, den Eisenverlust veranlassenden Andreaskreuzen, sowie der ängstlichen Einhaltung gewisser Rastwinkel, Gestell- und Schachtdimensionen immer mehr losgesagt und zur Erzielung ökonomisch günstigerer Resultate namentlich auf folgende Punkte das Augenmerk gerichtet:

Beschränkung des Transportes der Materialien und Producte auf die geringsten Entfernungen und Erleichterung desselben durch geeignete Betriebsvorrichtungen (Führung der Eisenbahnen auf neueren Werken — wie zu Bochum, Esch und Dommeldingen in Luxemburg, Gelsenkirchen, Mühlheim a. d. Ruhr, Unterwellenborn in Thüringen — zum Theil in der Luft bis in die unmittelbare Nähe der Hohöfen behuf directer Möllerung, kürzesten Transportes der Schmelzmaterialien, z. B. pneumatischer Aufzüge, in den Hohofen und der Producte von demselben weg, namentlich der granulirten Schlacke); entfernte Stellung der Dampfkessel und Gebläsemaschinen vom Hohofen, um Raum für die Erzplätze, Winderhitzungsapparate, die Cokerei und die Transportbahnen zu gewinnen und die weiten und langen Windleitungsröhren — zu Neunkirchen auf den Stumm'schen Werken z. B. von 628 m. Länge bei 1 m. Durchmesser und 3 mm. dickem Blech — als Regulatoren zu benutzen; stärkere Winderhitzung behuf Erleichterung des Ofenganges und Ersparung an Kohlen (Whitwell- und Cowperapparate, Verbesserungen an den älteren Röhrenapparaten); Erhöhung der Oefen nach Maassgabe der Erzbeschaffenheit und der Festigkeit des Brennmaterials u. A.

Classification.

25. Hohofentypen. Je nach der äusseren Gestalt, dem Vorhandensein oder Fehlen des Rauhgemäuers, der Verbindungsweise der innern und äussern Ofentheile u. A. lassen sich nachstehende Typen unterscheiden:

Pfeileröfen mit Rauhgemäuer.

A. Oefen mit Rauhgemäuer (Pfeileröfen). Bei dieser älteren Construction, wie sie bei Holzkohlenöfen und auch bei älteren

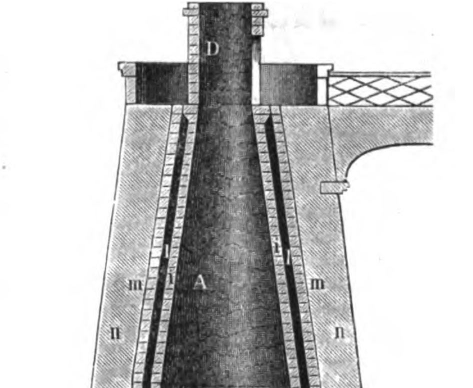
Cokesöfen noch vorkommt, soll der Kernschacht durch das dicke Rauhgemäuer gegen Wärmeausstrahlung möglichst geschützt und dem Ofen eine grössere Stabilität gegeben werden. Das Rauhgemäuer lässt sich in Gestalt einer abgestumpften vierseitigen Pyramide solider verankern durch innere Anker mit äusseren Ankerplatten, als bei abgestumpft konischer Form durch Eisenbänder, wenn dieselben nicht mit vertikal laufenden Flachstäben verschraubt sind.

Um das Schadhaftwerden des Mauerwerkes an der Gicht zu vermeiden, stellt man den oberen Ofentheil wohl aus umlaufenden Gusseisenplatten her (Hörde, Stiringen - Wendell, Osnabrück).[1]

Eng eingebautes Gestell.

1. Oefen mit eng eingebautem Gestell (Belgische Construction). Das Gestell umschliessen dicke gemauerte Pfeiler (Vierpass), durch Gewölbe mit einander verbunden, welche das Rauhgemäuer tragen. Die Ummauerung schützt zwar das Gestell gegen Wärmeausstrahlung, aber das Innengemäuer wird rascher weggeschmolzen wegen mangelnder Kühlung von Aussen, die Arbeit unter den engen Gewölben ist lästig und das Gestell ist von aussen nicht zugängig, also weniger leicht reparaturfähig. Zur Ersparung an dem sonst massigen Mauerwerk setzt man wohl auf ein kubisches Untertheil eine abgestumpfte vier- oder achtseitige Pyramide oder einen Kegel (Königshütte)[2]) oder spart in den Ecken des Gemäuers kleine Schächte als Trockencanäle, für Windleitungsröhren u. s. w. aus.

Fig. 26.



Beispiele.

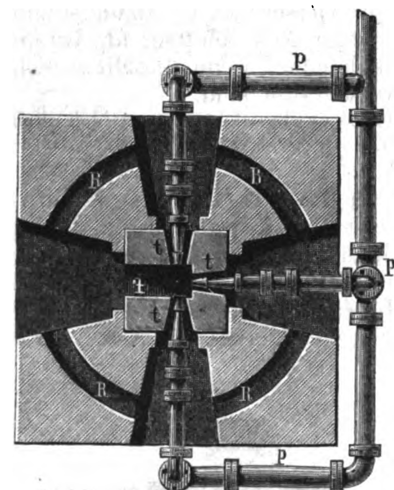
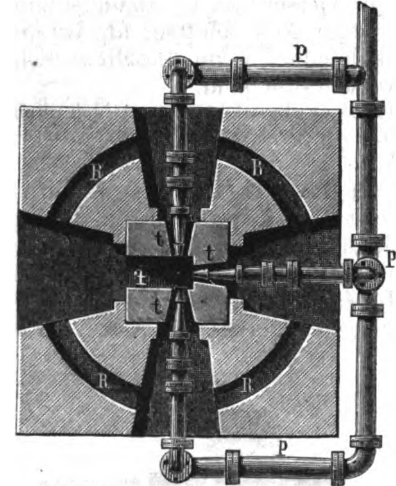
Pyramidaler Ofen (Fig. 26, 27). *A* Schacht. *B* Kohlensack. *C* Rast. *D* Gichtmantel mit Chargiröffnungen. *G* Kreuzgewölbe des Fundamentes. *H* Feuchtigkeitsabzüge. *R* überwölbte Gänge im Vierpass zur Verbindung der Formgewölbe. *i* Kernschacht. *l* Füllung. *m* falsches Hemde. *n* Rauhgemäuer. *e* Gestell. *f* Herd. *t* Formöffnungen. *r* Tümpel, an der Vorderseite durch eine Eisenplatte (Tümpelblech) geschützt. *d* Wallstein mit der durch Gestübbe zu schliessenden Stichöffnung versehen und davor die Schlackentrifft. *p* Windleitung. (Oberharz[3]), Schweden[4]), Schlesien[5]), Westphalen[6]), Theissholz[7]), Meppen[8]), Horowitz[9]), Russland[10]) u. s. w.).

---

1) Kerpely, Eisenhüttenwesen Ungarns 1872, S. 181. 2) B. u. h. Ztg. 1861, S. 338, Taf. 9. 3) Preuss. Ztschr. 19, 68, Taf. 5. 4) Tunner, Eisenhüttenwesen Schwedens 858. 5) B. u. h. Ztg. 1861, S. 393, Taf. 7—12. 6) Schönfelder, Baul. Anlagen 1861, 1. Jahrg., 1. u. 2. Lief. 7) Rittinger's Erfahr. 1855, S. 37. 8) Hartmann, Fortschr. 5, 103. 9) B. u. h. Ztg. 1873, S. 24. 10) Tunner, Russl. Montanindustr. 1871, S. 103.

Konischer Ofen (Fig. 28). *A* Rauhgemäuer, durch Eisenringe zusammengehalten. *B* Gichtplateau. *C* Gichtthurm. *D* Winderhitzungsapparat. *a* Krahn. *b* Schlackenwagen. *d* Rinne zum Füllen der Formen mit flüssigem Roheisen (England).[1])

Fig. 27.

Freistehendes Gestell.

2. Oefen mit freistehendem Gestell. Letzteres, der schottischen Ofenconstruction neuerdings für Oefen mit Rauhgemäuer entlehnt, gestatten eine bessere Kühlung und längere Erhaltung des Gestelles (bis 20 Jahre und mehr), in welchem sich fehlerhafte Steine leicht auswechseln lassen. Bei neueren Oefen (Pirna, Unterwellenborn in Thüringen, Hayange, Ars, Esch, Dommeldingen, Seraing u. s. w.) ist der gemauerte Schacht weniger massig aufgeführt, als bei älteren (Neustadt).

Beispiele.

Fig. 28.



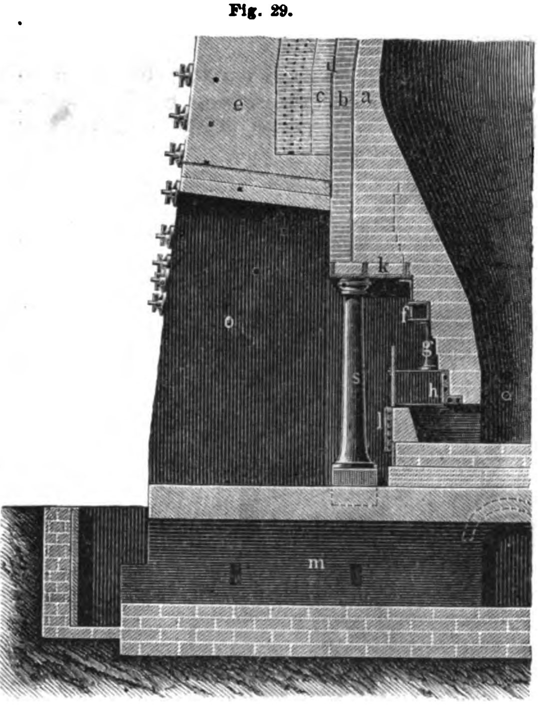
Neustädter Ofen[2]) (Fig. 29). *a* und *b* Kernschächte aus Chamotte mit Zwischenraum von 26 mm. *c* Mauerwerk aus Ziegelsteinen, dessen horizontale Lagen in Lehmmörtel gelegt sind und dessen vertikale Fugen zwischen den einzelnen Schichten aus Luftzwischenräumen bestehen, wodurch der von den Kernschächten nach Aussen ausgeübte Druck aufgehoben wird. *d* Sandschicht, als schlechter Wärmeleiter. *e* Rauhgemäuer mit Ankern und auf 4 durch Gewölbe verbundenen Mauerpfeilern ruhend. *f* gusseiserner kastenartiger Ring, von Kühlwasser durchströmt, durch Säulen *g* gestützt und den unteren Theil der Rast tragend. *h* Tümpeleisen, in welchem in schmiedeeisernen eingegossenen Röhren von 26 mm. Weite Kühlwasser circulirt. *k* auf Säulen *s* gestützter gusseiserner Kranz zum Tragen der beiden Kernschächte und eines Theiles der Rast. *l* Wallsteinplatte mit Wasserkühlung. *m* Kreuzgewölbe. *o* Arbeitsgewölbe. — Südwaleser Oefen sind äusserlich cylindrisch und die Versteifung erfolgt durch dicht über einander angebrachte Flach-

1) Preuss. Ztschr. 14, 301. B. u. h. Ztg. 1867, S. 204. Taf. 12.

2) B. u. h. Ztg. 1860, S. 331.

eisenringe, die auf vertikal laufenden Flachstäben verschraubt sind. (Westphalen [1]), Steyermark, Nordamerika [2]), Zeltweg [3]) u. s. w.) Zuweilen ist das Gestell nur an den Ecken schwach umbaut. [4]) Die Tragsäulen des Schachtes sind auf manchen Hütten durchbrochen und mit Consolen versehen, behuf Aufnahme der Wind- und Wasserleitung.

Fig. 29.



Oefen ohne Rauhgemäuer.

B. **Oefen ohne Rauhgemäuer und mit freistehendem Gestell.** Von den Vorzügen des letzteren war bereits die Rede (S.102). Das fehlende Rauhgemäuer gestattet eine raschere Herstellung des Ofens, leichte Zugänglichkeit zum Kernschacht, bequemere Reparaturen desselben und mögliche Beobachtung der Temperatur in demselben durch eingebohrte Löcher, Ersparung an Kosten und möglicher Weise Ersparung an Brennmaterial (worüber jedoch noch nicht genug Daten aus Vergleichung mit anderen Oefen vorliegen), indem bei der stärkeren Abkühlung des Kernschachtes von Aussen die in demselben aufsteigende Kohlensäure minder energisch Kohlenstoff unter Bildung von Kohlenoxyd oxydirt. Bei diesen Oefen kommen Abweichungen vor:

Modificationen.

a. In der **Verankerung**, entweder durch einen eisernen Mantel [5]) (**Schottische Construction**) oder durch Bänder in gewissen Zwischenräumen. Ersterer wird bei Oefen mit grosser Production im Allgemeinen den Bändern als die solidere Construction vorgezogen. [6]) Freistehende Kernschächte ohne jede Verankerung sind nicht haltbar.

Oefen mit dünnem Kernschacht und Eisenbändern empfehlen sich besonders bei dichten Cokes und Stückerzen, bei denen leicht Oberfeuer entsteht und eine Kühlhaltung der Schachttheile erwünscht ist (Ilseder Hütte). Bei dichtliegenden Beschickungen, welche den Kernschacht schützen, kommt diese Wirkung weniger in Betracht und es ist dann lediglich Sache lokaler Preisverhältnisse, ob ein schwaches Rauhgemäuer oder ein Blechmantel oder eine Isolirung des Gichtplateau's durch Säulen vorzuziehen. Blechmäntel haben sich besonders in

---

1) Schönfelder, Baul. Anlag. 1861, S. 17, Fig. 11, 12. Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1874, Bl. 9 (Vulkan). 2) B. u. h. Ztg. 1869, S. 249. 3) B. u. h. Ztg. 1874, S. 282. 4) B. u. h. Ztg. 1861, Taf. 10, Fig. 1 u. 2. 5) B. u. h. Ztg. 1862, S. 86; 1867, S. 296. Blechmantel der Oefen zu Schalke und Gelsenkirchen: Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 18, 615, Bl. 13, Fig. 5. 6) Hartmann, Fortschr. 5, 96.

der Rastgegend, namentlich wenn sie hier gekühlt wurden, sehr gut bewährt, indem sie der Fugenbildung und Abnutzung der Steine entgegenwirken. Der Blechmantel nach der Construction von Massenez und Goedecke[1]) gestattet die Zugänglichkeit der Schächte; die einzelnen Blechtafeln können herausgenommen werden.

b. In dem **Unterbau für den Kernschacht**, welcher aus Mauerwerk (Pfeilern) oder eisernen Säulen bestehen kann. Letztere lassen mehr freien Raum um Gestell und Rast, als Pfeiler.

Es kommen in dieser Beziehung vier Combinationen vor: eiserner Unterbau mit Blechmantel oder mit Bändern, gemauerter Unterbau mit Blechmantel oder Bändern. Die älteste Art dieser Oefen ist diejenige mit eisernem Mantel und eisernen Säulen, in England und Schottland unter dem Namen Cupola Furnace seit lange in Anwendung und zuerst in Deutschland 1855 zu Hasslinghausen[2]) von Schmidt und Lürmann eingeführt. Im Jahre 1864, wie es scheint nahe um dieselbe Zeit und unabhängig von einander, sind von Büttgenbach zur Neuser Hütte und zur Ilseder Hütte Oefen dieser Art mit Bändern statt Blechmänteln und einigen weiter unten zu erwähnenden Eigenthümlichkeiten construirt.[3])

Fig. 30.

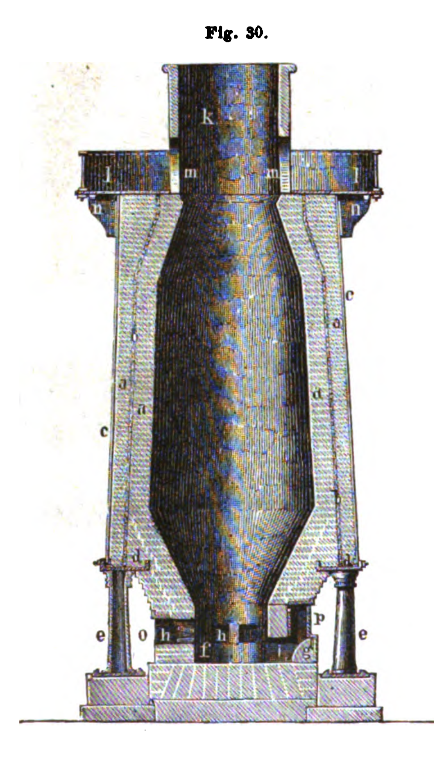
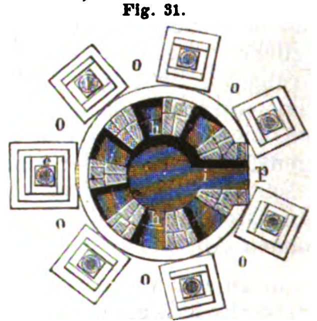


Fig. 31.



Beispiele. Hasslinghäuser Hütte. Ofen mit Blechmantel und eisernem Unterbau, Schottischer Ofen (Fig. 30 u. 31). *a* Kernschacht. *b* Füllung. *c* Eisenmantel. *d* Gusseisenkranz, durch hohle Säulen *e* gestützt. *f* Gestell. *g* Wallstein. *h* Formöffnungen. *i* Vorherd. *k* Gichtmantel. *l* Gichtkranz, auf Consolen *n* ruhend. *m* Chargiröffnungen. *o* Formgewölbe. *p* Arbeitsgewölbe. (Schottland[4]), England[5]), Westphalen[6]) (Fig. 37), Schweden[7]), Mathildenhütte[8]), Oberschlesien[9]), Halberger Hütte bei Saarbrücken, Hayange, Mühlheim a. d. Ruhr[10]), Bochum, Rosenberg in Baiern u. s. w.). Bei einem Ofen zu Rolandshütte[11]) im Siegen'schen liegt auch die Rast vollständig frei. Banater Oefen[12]) erforderten viel Brennmaterial.

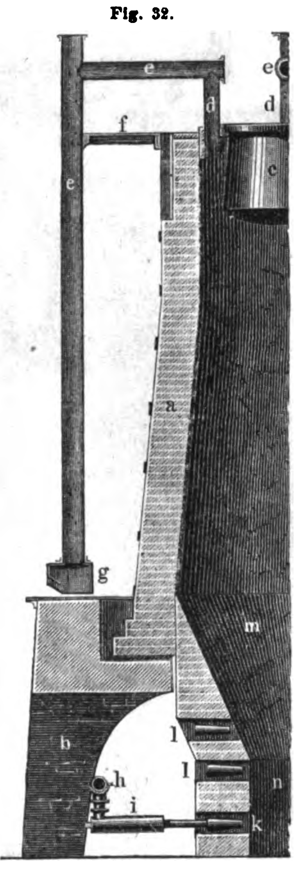
---

1) Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 18, 665. 2) Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing, 1, 296; 18, 615, 663. 3) Kerpely, Wien. Ausst.-Ber. S. 41, 228. Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 18, 614, 663. 4) B. u. h. Ztg. 1862. S. 323, Taf. 12. 5) B. u. h. Ztg. 1862, S. 323, Taf. 12; S. 379 (Ulverstone); 1871, S. 236; 1872. S. 440 (Newport). 6) Berggeist 1858, S. 64, 136; 1869, S. 78. Ann. d. min. 2. Livr. de 1869 (Siegen); Hupfeld u. Schermeng, Hohofenanlage zu Kreuzthal im Siegen'schen, Halle 1871, Taf. 2. Kerpely, Wien. Ausst-Ber. 1873, S. 96, 228, Taf. 4, Fig. 8. B. u. h. Ztg. 1868, S. 394. 7) Kerpely, Wien. Ausst.-Ber. S. 119. 8) Berggeist 1869, S. 90. 9) Berggeist 1869, S. 303. 10) Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 19, 29, Taf. 2. 11) B. u. h. Ztg. 1868, S. 410. 12) B. u. h. Ztg. 1865, S. 379.

Neusser Hütte.

Ofen mit Bändern und gemauertem Unterbau nach Büttgenbach's Construction[1]) zu Neuss (Fig. 32). In den als Träger für die Plattform der Gicht dienenden Röhren werden, was Lürmann nicht für zweckmässig hält, weil die Röhren leichter zerstört werden können, die Gichtgase abgeleitet, die Rast ist unabhängig vom dünnen Kernschacht und diesem ist in der Nähe des Kohlensacks ein Stück Rauhgemäuer zum nöthigen Halt beigegeben. *a* Kernschacht, 800 mm. stark, mit 10—12 eisernen Bändern armirt und auf gemauerten durch Gewölbe mit einander verbundenen Pfeilern ruhend. *c* offener Chargircylinder, in welchem feuchte Erze trockenen, so dass trockenere Gichtgase erfolgen. *d* und *e* Gasabführungsröhren und zwar *e* hohle Säulen aus Eisenblech, welche gleichzeitig die Plattform der Gicht tragen und auf einem gemeinschaftlichen kastenförmigen Ring *g* ruhen, der mit Wasser gefüllt zum Waschen der Gase und als Sicherheitsvorrichtung gegen Explosionen dient. *h* Windleitungsröhre. *i* Düsenstock. *k* Bronceform. *l* Kühlformen (nicht immer bewährt gefunden), nöthigenfalls bei Versetzungen als Windformen zu gebrauchen. *m* Rast. *n* Gestell. Ein Parry'scher Trichter ist bei trockenen Erzen der offenen Gicht vorzuziehen. (Neusser Hütte[2]), Frankreich[3]), Oesterreich[4]), namentlich zu Schwechat[5]), Oberschlesien (Gleiwitz[6])), England[7]) u. s. w.).

Fig. 32.



Ilseder Hütte.

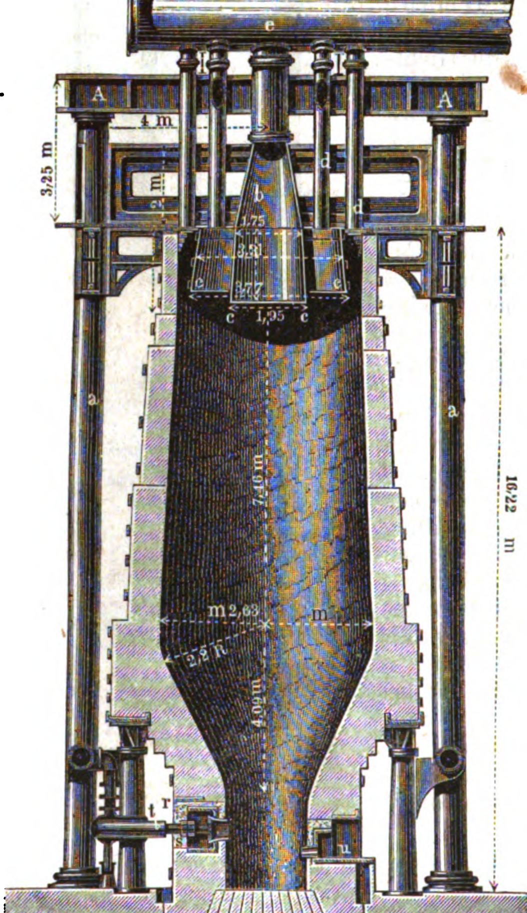
Ofen mit Bändern und eisernem Unterbau zur Ilseder Hütte[8]) (Fig. 33).

Bei demselben ruht, abweichend von Fig. 32, die Plattform oder Gicht auf 4 Säulen *a*, welche nicht zur Ableitung der Gichtgase dienen, so dass der ganze Gichteinbau völlig unabhängig von dem Ofengemäuer ist, welches sich auf eiserne Tragsäulen stützt. Der Kernschacht verjüngt sich aussen absätzig nach oben und hat auf 2.13 m. von der Gichtmündung herab senkrechte Wände. *b* Glocke zur Aufnahme der Gichtgase, welche auch hinter dem Chargircylinder *c* durch 6 Stutzen *d* an der Ofenperipherie in ein gemeinschaftliches Sammelrohr *e* treten. *A* Gichtgallerie. *t* Windstock, in welchem sich die Düse *s* teleskopartig verschiebt und mittelst trichterartigen Rüssels an jede der sechs 314 mm. weiten Wasserformen

1) Kerpely, Wien. Ausst.-Ber. S. 33. B. u. h. Ztg. 1874, S. 281. Kärnthn. Ztschr. 1874, S. 130. Åkerman, Wien. Ausst.-Ber. Stockholm 1874, S. 58. Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 18, 613. 2) Berggeist 1866, No. 22; B. u. h. Ztg. 1867, S. 296; 1873, S. 65; 1874, S. 61 Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 18, 614. 3) B. u. h. Ztg. 1870, S. 436; 1873, S. 75, 295. 4) B. u. h. Ztg. 1873, S. 75. 5) B. u. h. Ztg. 1874, S. 210. 6) Percy-Wedding, Eisenh. 2, 713. 7) Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 18, 615, Bl. 13, Fig. 4. 8) Kerpely, Wien. Ausst.-Ber. 1873. S. 40, 228. Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 19, 32, Taf. 2.

(eine Eigenthümlichkeit des Ofens) sich anschliesst. *r* Gewöhnlich geschlossener Raum, zu den Formen führend. *u* Lürmann'sche Schlackenform. (Georg Marienhütte[1]) bei Osnabrück mit freistehendem cylindrischen Kernschacht und tief eingesenktem centralen Gasleitungsrohr).

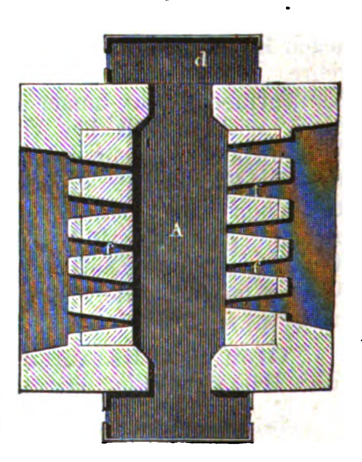
Fig 33.



Raschette-ofen.

C. **Raschetteofensystem**[2]), charakterisirt durch ein prismatisches Rauhgemäuer mit oblongem Querschnitt, desgleichen sich nach Oben hin erweiterndes Ofeninneres *A* (Fig. 34), wechselständige Stellung einer grösseren Anzahl Formen *f* auf den beiden langen Seiten, Feuerung unter dem Sohlstein mit Canälen im Rauhgemäuer, geringe Ofenhöhe von nur etwa 9.5 m.

Fig 34.



Diese ältere am Ural ausgeführte Construction litt an folgenden Fehlern: zu geringe Höhe für Magneteisensteine, rasches Durchbrennen der aus Masse hergestellten Rast, nicht hinreichende Festigkeit des rechteckigen Schachtes mit gebrochenen Ecken. Dadurch, dass Fröhlich[3]) 8förmigen Oefen dieser Art eine Höhe von ca. 19 m., elliptische Gestalt und sonstige passende Dimensionen gegeben hat, weisen dieselben eine grössere Production als gewöhnliche Rundöfen von 16 m. Höhe bei nur 74 Thl. Kohlen auf 100 Thl. Roheisen nach und da die höhere und vortheilhaftere Production nur der besseren Windvertheilung zu-

1) Kerpely, Ausst.-Ber. S. 42, Taf. 3. Funk, die Georg Marienhütte in Ztschr. d. Hannov. Archit. u. Ingen.-Vereins 1871, No. 3. Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 19, 32. 2) Aubel, das Raschettesystem 1863. Tunner, Russl. Montanindustrie S. 106. B. u. h. Ztg. 1862, S. 265. 302; 1864, S. 156, 270, 309, 354; 1864, S. 203, 210. 3) Preuss. Ztschr. 22, 196. B. u. h. Ztg. 1875, S. 50.

zuschreiben ist, so wird von Fröhlich empfohlen, sich nicht durch die misslungenen Versuche zu Mühlheim [1]) abschrecken zu lassen.

26. Eisenhohofenbau. [2]) Nach Auswahl eines passenden Bauterrains wird:

A. Das Fundament wo möglich auf festem Grund gelegt und, wenn dieser wandelbar ist, seltener auf Pfahlroste und einen Quadergrund darauf (Schweden), als dadurch hergestellt, dass man den Untergrund bis zu einer hinreichenden Tiefe (bis 5 m.), wo möglich bis aufs feste Gestein ausgräbt, die Vertiefung bis zu einer gewissen Höhe mit zerbrochenen Steinen und Mörtel ausfüllt (1—2 m. hoch und mehr) und darauf gleich die Ofenpfeiler aufmauert oder ein Kreuzgewölbe von etwa 1.6—2 m. Höhe und 0.63—0.94 m. Weite errichtet (Fig. 26 *G*, Fig. 29 *m*, Fig. 37 *A*) und darauf das Fundament, welches das Gewicht des gefüllten Ofens zu tragen im Stande sein muss, aus dauerhaftem Material mit Thon- oder Cementmörtel zu der erforderlichen Höhe aufmauert (bis nahe zur Erdoberfläche oder auch darüber, z. B. bei Bessemeranlagen, behuf der Schlackengranulation u. s. w.). **Fundament.**

Zu oberst sparte man früher häufiger als jetzt zur Abführung von Feuchtigkeit einen Kreuzcanal (Andreaskreuz Fig. 35 *p*) aus, welcher mit Eisenplatten bedeckt, an 3 Seiten mit über die Hüttensohle mündenden Canälen oder mit im Rauhgemäuer ausgesparten Schächten in Verbindung stand. Zuweilen befindet sich eine mit dem Andreaskreuz verbundene Rostfeuerung [3]) seitlich oder im Fundamente (belgische Oefen, Raschetteofen, Georg Marienhütte), von welcher aus auch Züge in den Rauhschacht behuf rascheren Abwärmens gehen. Um bei bleiischen Erz das unter dem Bodenstein im Andreaskreuz sich condensirende Blei abzulassen, legt man das Kreuz hinreichend hoch und nach der Arbeitsseite hin geneigt, welche bis auf eine durch Feuerung heisserhaltene Oeffnung (Bleiabstich) mit feuerfesten Steinen geschlossen ist (Königshütte). [4]) Es befindet sich auch wohl unter dem Sohlstein ein ganzes System von Canälen, zuweilen in 2 Abtheilungen unter einander, aus denen das Blei von selbst in von Aussen zugängige Sammellöcher fliesst, in denen man von Zeit zu Zeit Feuer anmacht, um das Blei ausschöpfen zu können (Gleiwitz). [5]) Im Siegerlande [6]) (Fig. 37) und auch sonst vermeidet man jetzt alle Bodencanäle, weil sie durch Aufnahme von Eisen zu Verlusten Veranlassung geben, und ummauert den Boden mit Ziegeln in Cement.

Bei einem eng einzubauenden Gestell errichtet man auf dem Fundamente:

B. Die Eckpfeiler (Vierpass) bis dahin, wo Form- und Arbeitsgewölbe anfangen sollen und stellt letztere entweder in Mauerung auf den Pfeilern oder mittelst treppenförmig übereinander gelegter Eisenbalken (Trachteisen) her. Auf dieser Unterlage (Ofenstock), welche einen quadratischen Raum für das Gestell einschliesst, erhebt sich: **Eckpfeiler.**

---

1) B. u. h. Ztg. 1864, S. 179, 209, 343; 1865, S. 20; 1867, S. 296; 1870, S. 74. Oest. Ztschr. 1867, No. 8. 2) Kerpely, Hüttenanlagen. Leipzig 1873. B. u. h. Ztg. 1862, S. 339; 1870, S. 14, 97, 107; 1873, S. 26. Preuss. Ztschr. 14, 300. Kerpely, Fortschr. 4, 76. Hupfeld und Schermeng, Hohofenanlage zu Kreuzthal bei Siegen. Halle 1871. Schönfelder, bauliche Anlagen. Kerl, Met. 3, 219. S. Jordan, Cours de Metallurgie, Paris, Baudry 1874, Taf. 14—25 (Hohofenconstructionen), Taf. 51, 55 und 56 (Dispositionen der Hütten von St. Louis, Mezières und Newport). Ofenbaumaterialien: Kerl, Grundr. d. allg. Hüttenkunde S. 135. Gottgetreu, Baumaterialien 2. Aufl. 1874. 3) Valerius, Roheisenfabrikation, deutsch v. Hartmann 1851, S. 229, Taf. 17, Fig. 2. Schönfelder, baul. Anl. 1. Jahrg. 2. Lief. 4) B. u. h. Ztg. 1861, S. 339. 5) Percy-Wedding's Eisenh. 2, 715. 6) B. u. h. Ztg. 1872, S. 336.

Rauhgemäuer. C. Das innen runde **Rauhgemäuer** aus gewöhnlichem Mauerwerk, selbst aus Eisenhohofenschlacken (Schweden), auch wohl aus leichten Hohlsteinen, welche gleichzeitig eine bessere Kühlung zulassen (Lothringer Eisenwerke bei Ars sur Moselle). Aus dem Rauhgemäuer hervorspringende Eisenstäbe zum Emporklettern darauf erleichtern das Nachsehen desselben und etwaige Reparaturen (Karcher und Westermann bei Ars zur Moselle). In dem Rauhgemäuer lässt man ein System von horizontalen und vertikalen **Feuchtigkeitscanälen**, sowie solche für die **Verankerung**[1]) offen. Nach Herstellung des umfriedigten **Gichtplateaus** aus Eisenplatten, welche auf dem Mauerwerk (Fig. 26) oder auf an dem Eisenmantel angenieteten Eisenconsolen ruhen (Fig. 29), wird ein 2.8—3.2 m. hoher cylindrischer **Gichtmantel** aus Eisenblech oder Mauerwerk, vom Durchmesser der Gicht und mit Chargirthoren versehen, hergestellt, wenn keine Gichtgasentziehung stattfindet.

Drehbare eiserne Gichtmäntel gestatten zwar eine allmälig fortschreitende regelmässige Beschickung, werden aber leicht wandelbar. Auf russischen Hütten sind conische Essen oberhalb der Gicht aufgehängt und ragen über das Dach hervor.

Von der Plattform führt eine **Gichtbrücke** (Fig. 26) zum Gichtaufzuge.

Bei Oefen mit **freistehenden Gestell** wird auch zunächst die äussere Hülle auf Gewölben oder Säulen errichtet.

Nach Vollendung der äusseren Ofentheile und Abwärmung derselben schon während des Aufbaues durch eine Feuerung im Fundamente oder nachher mittelst eines Wärmofens, welcher die Gase in den unten verloren zugemauerten Ofen durch eine Oeffnung entlässt, wobei die Gichtmündung fast ganz bedeckt ist, wendet man sich zur Herstellung:

Kernschacht. D. Des **Kernschachtes**, welcher möglichst unabhängig vom Rauhgemäuer und Gestell der verschiedenen Ausdehnungsverhältnisse wegen bleiben muss. Man beginnt denselben in der Rastgegend und lässt seinen unteren Theil (Raststeine) entweder gleichzeitig auf den das Rauhgemäuer tragenden Pfeilern (Fig. 26) oder auf dem durch Säulen unterstützten Kranzeisen (Fig. 29) ruhen oder giebt ihm einen besonderen Fuss, d. h. Unterstützungssäulen. In ersterem Falle, bei Oefen mit eng eingebautem Gestell, legt man wohl in die Ofenecken des Rauhgemäuers daraus hervorragende **Zirkeleisen**, auf denen dann der Kernschacht errichtet wird. Beim Aufmauern desselben aus feuerfesten, mit wenig feuerfestem Mörtel verbundenen Ziegeln nach der Gestalt der Innenseite des Mantels lässt man zwischen ihm und der Umhüllung einen hohlen Raum (die **Füllung**), welcher offen bleibt oder mit schlechten Wärmeleitern (Schlacke, Ziegelstücken u. s. w.) lose ausgefüllt wird. Doppelte Futterschächte (Fig. 29) kommen nur noch selten zur Anwendung.

Zu Kalán[2]) in Siebenbürgen befinden sich in dem 0.5—0.6 m. weiten Zwischenraume Tritte, um den Kernschacht zugängig zu machen; auch trägt derselbe

1) Kerpely, Fortschr. 3, 79. 2) B. u. h. Ztg. 1872, S. 129; 1874, S. 231.

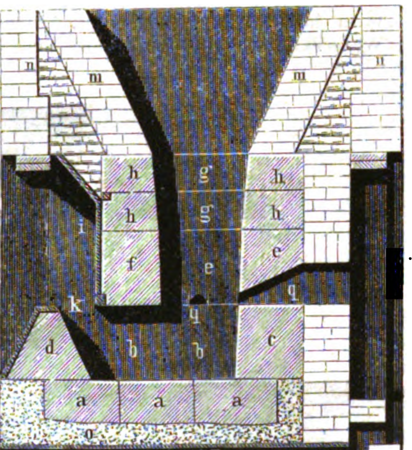
zur Kühlung der oberen Schachttheile bei, was bei leichter Entstehung von Oberfeuer bei dichten Cokes und Stückerzen besonders erwünscht ist.

Nachdem der Kernschacht eingebaut ist, beginnt man mit der Zurichtung:

Gestell.

E. Des Gestelles, welches entweder aus natürlichen oder künstlichen Steinen (Steingestell) aufgemauert oder aus einem Gemenge von Thon und Quarz (Masse) aufgestampft wird (Massengestell). In jedem dieser Fälle kann der untere Theil (Brust) der Vorwand des Gestells an der Arbeitsseite ganz geschlossen oder offen sein (Oefen mit geschlossener und offener Brust). Selten ist das Gestell beweglich[1]) gemacht.

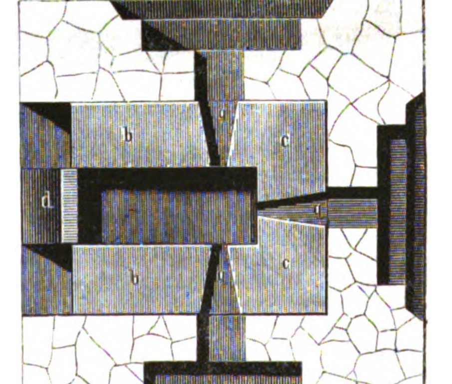
Fig. 35.



Steingestell, eng eingebaut.

1. Steingestell. Oberharz (Fig. 35 und 36). Man bringt bei einem eng einzubauenden Gestell auf das Fundament (z. B. auf die das Andreaskreuz *p* bedeckenden Eisenplatten) eine Schicht Sand *o* oder 2—3 Chamottesteinlagen, darauf 26 mm. dick Sand und auf diesen den Bodenstein (Sohlstein) *a*, entweder in Gestalt eines oder mehrerer natürlicher Steine (Sandstein, Puddingstein u. s. w.) oder von grossen schwalbenschwanzförmigen, innig zusammengefügten feuerfesten Ziegeln[2]), welche bei dieser Gestalt durch etwa darunter fliessendes Eisen weniger leicht gehoben werden.

Fig. 36



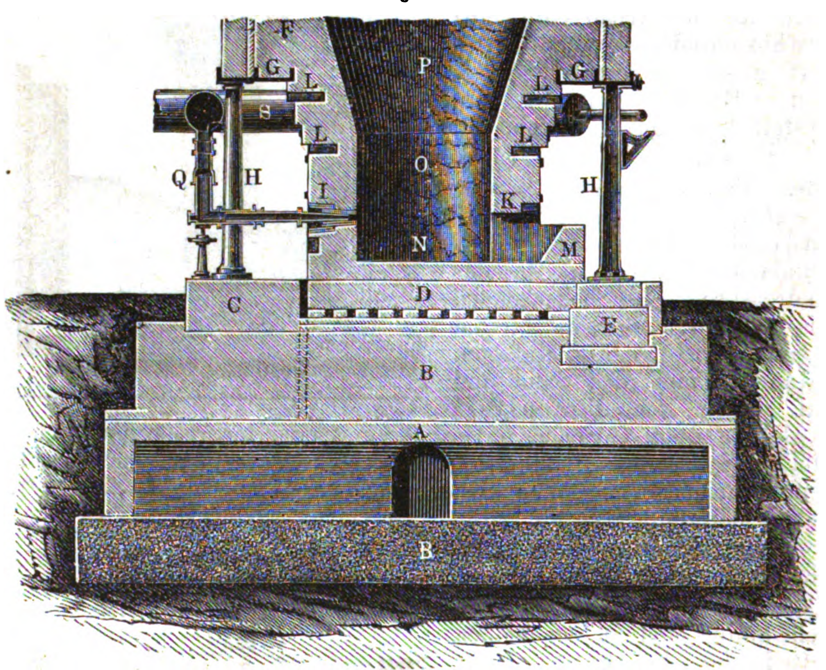
Auf dem Sohlstein erheben sich hinten und an den beiden Seiten der Rückenstein *c* (Rückenknobben) und die Backensteine *b*, darauf die Formsteine *e* mit der Formöffnung *q*, dann die Gestellsteine *g* und *h* (Gemeinstücke) an der Hinterwand. Während die Vorwand noch offen bleibt, vollendet man die Rast *m* und füllt den Zwischenraum zwischen dieser und dem auf Trageisen ruhenden Kernschacht *n* allmälig auf.

1) Kerpely, Fortschr. 3, 78, Taf. 2, Fig. 14. 2) B. u. h. Ztg. 1864, S. 11.

Freisteh-Gestell. Bei einem Ofen mit freistehendem Gestell kommt der Sohlstein auf eine Sandlage mit Feuchtigkeitsabzügen zwischen den erhabenen Fundamenttheilen zu liegen, auf welchen die den Kernschacht tragenden Säulen stehen.

Gleiwitz (S. 105). Ofensohle: zu unterst System von Zügen, auch für Bleiansammlung bestimmt (S. 107), 0.157 m. dick, 0.235 m. dicke Schicht feuerfester Ziegeln, oberes Canalsystem 0.157 m. hoch, eiserne Deckplatte, 0.052 m. dicke Sandschicht, 0.235 m. dick feuerfeste Ziegeln, 0.418 m. dicke schwalbenschwänzige Sohlsteinziegeln. — Kreuzthal im Siegenschen (Fig. 37): *R* Beton, darauf das 10.36 m. lange, 1.32 m. hohe und 1.1 m. breite Kreuzgewölbe *A* aus Bruchsteinen in Wasserkalkmörtel, darauf aus demselben Material 1.88 m. hoch und 9.41 m.


Fig. 37.



lang und breit Mauerwerk *B*, 0.94 m. hoch und 1.88 m. breit, ringsum Ziegelmauerwerk *C* in Cement zum Fundament für die Tragsäulen, dazwischen auf Sand und Abzügen der 0.78 m. dicke Sohlstein *D* aus Puddingstein, von Kühlwasser umflossen. *E* Hausteine. *F* feuerfeste Ziegel No 1, umgeben von einer Füllung feuerfester Ziegel No. 2 und Eisenmantel, auf einer gusseisernen Ringplatte *G* und Tragsäulen *H* ruhend. *I* Gestell aus Kohlensandstein. *K* Tümpelstein. *L* Kühlkästen. *M* Wallstein. *N* Eisenkasten. *O* Obergestell. *P* Rast. *Q* Düsenstock. — In Steyermark hat man eisengepanzerte (mit Eisenblech umgebene) und durch Wasser gekühlte Gestelle.

Je nach der Verschlussart der Vorwand unterscheidet man:

Sumpföfen. a. Oefen mit offener Brust (Sumpföfen), welche ein Eindringen mit Werkzeugen in den Herd und ein Ausräumen von Ansätzen gestatten, aber zu Wärmeverlusten und Beeinträchtigung des Ofenganges durch Abkühlung führen, nach jedem Abstechen einen

Stillstand und wegen weiter Entfernung des Stichloches von der Wärmequelle bei irgend einer Abkühlung des Ofens ein schweres Oeffnen des Stiches veranlassen, bei den steten Schwankungen des Schlackenstandes leichtere Zerstörung der Gestellwände herbeiführen und bei höherer Windpressung ein Herauswerfen von Schlacke und Brennmaterial aus dem Vorherd begünstigen. Zur Schliessung der noch offenen nach unten sich verengenden Vorwand wird der Tümpelstein *f* (Fig. 35) von vorn, darüber von innen die kleineren Gemeinstücke *h* eingesetzt, der Tümpelstein durch das zuweilen hohle[1]) und dann mit Wasser gekühlte (Fig. 29), mit Keilen befestigte gusseiserne Tümpeleisen *k* und das Tümpelblech *i* geschützt. (Tümpeleisen und Tümpelstein zusammen nennt man Tümpel.) Bei Cokesöfen bringt man wohl unter dem Tümpel einen sogenannten falschen Lehmtümpel an. Nach dem Abwärmen des Kernschachtes und kurz vor Beginn des Schmelzens wird der Wallstein oder Dammstein *d* zwischen die Backenstücke *b* geschoben, worauf man die Fugen sorgfältig mit feuerfestem Mörtel verstreicht und den Stein durch eine zuweilen hohle, durch darin circulirendes Wasser[2]) — Fig. 29 — gekühlte Gusseisenplatte (Wallstein-, Schlackenplatte) versieht, durch deren Ausschnitt die Schlacke in eine geneigte, aus Sand oder Gestübbe hergestellte, seitlich durch eine Gusseisenplatte (Schlackenleiste, Leistenplatte) begrenzte Rinne (Schlackentrifft, Leisten, Gosse) fliesst.

Der offene Raum zwischen Wallstein und Tümpel (Vorherd) gestattet zwar ein Ausschöpfen von Roheisen zur Giesserei, der Eisenkasten erleidet aber dabei eine störende Abkühlung, weshalb man wohl neben den Vorherd ins Gemäuer einen von vorn für Kellen zugängigen Herd (Schöpfherd)[3]), welcher mit dem ersteren durch einen Canal communicirt, legt. Gewöhnlich ist die eine untere Ecke des Wallsteins auf etwa 78 mm. Breite und 105 mm.) Höhe weggenommen und dient die dadurch entstandene Oeffnung zum Ablassen des Eisens (Stichöffnung), ist aber für gewöhnlich durch Gestübbe (Thon und Kohle oder Cokes) geschlossen. Seltener hat man für Zwecke der Giesserei noch ein Stichloch im Wallstein, um Eisen in einen Stichherd[4]) ablassen zu können.

Die schwedischen Oefen mit ihrem starken Tümpeleisen, entweder hohl und durch Wasser oder Luft gekühlt, oder massiv von Gusseisen und 105 - 210 mm. Stärke oder von Schmiedeisen 52 mm. dick und 157 mm. hoch, haben einen sehr kurzen Vorherd und nähern sich dadurch den Oefen mit geschlossener Brust. Auch vermindert man die abkühlende Wirkung der Vorherde wohl dadurch, dass man den Raum unter dem Tümpel mit Gestübbe, Thon u. s. w. auspatzt und die Patzen durchsticht, wenn die Schlacke bis zur Form gestiegen ist und heraus geholt werden muss.

b. Oefen mit geschlossener Brust (Blau-, Blas- oder Blaseöfen).[5]) Dieselben zeigen in weit geringerem Masse die Schattenseiten der Sumpföfen, die Schlacke läuft in ein- und demselben Niveau ab, die Wärme wird besser im Herde zusammen- Blauöfen.

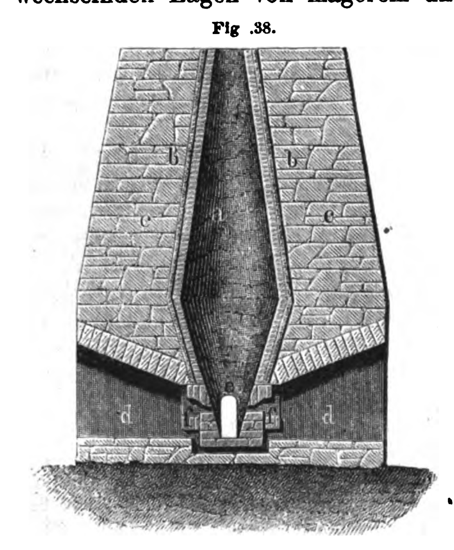
1) B. u. h. Ztg. 1860, S. 456; 1862, S. 88; 1864, S. 143. Kerpely, Fortschr. 3, 79, Taf. 2, Fig. 18, 19. 2) Kerpely, Fortschr. 3, 79, Taf. 2, Fig. 18—20. 3) Karsten, Arch. 2. R. 4, 419; 5, 508; 7, 191. Karsten, Eisenhüttenkunde 5, 86, Taf. 15, Fig. 13 und 14. 4) Karsten, Arch. 2. R. 14, 126. Karsten, Eisenh. 5, 88, Taf. 17, Fig. 7—9, S. 104, Taf. 20, Fig. 4—8 5) Blaseofen, weil im Gegensatz zu den früheren intermittirenden Oefen (Stücköfen) fortwährend Luft eingeblasen wird.

gehalten, in Folge dessen an Brennmaterial gespart und bei leichterer Arbeit hinsichtlich Reinhaltens der Formen und des Abstechens ein regelmässiger Gang, auch wegen Vermeidung der Stillstände ein solcher erzielt, das Eisenabstichloch heisser erhalten, eine grössere Windpressung möglich gemacht und auch an der Arbeitsseite lässt sich leichter eine Windform anbringen. Da der Ofenherd mit Werkzeugen nicht zugängig ist, so hat man diese Construction anfangs immer nur gewählt:

Holzkohlenöfen

α. Für die aschenarmen Holzkohlen und für leichtflüssige Erze, welche weniger Ansätze im Herd und eine die Ofenwände minder angreifende Schlacke geben. Man setzt bei derartigen Blauöfen[1]) (Fig. 38) bei der noch offenen Vorwand *e* von etwa 0.95 m. Höhe und 0.38—0.40 m. Breite auf den Sohlstein Backen- oder Schlusssteine, welche einen etwa 0.63 m. hohen, 0.47 m. tiefen und 0.13—0.18 m. breiten Spalt (Schienel) zwischen sich lassen. Nachdem auf die Bruststeine ein Auflagestein gebracht und die Oeffnung darüber vermauert ist, schliesst man das Schienel mit abwechselnden Lagen von magerem und fettem Thon. In der unteren mageren Thonschicht wird der Eisenabstich, in der mittleren der Schlackenstich und in der oberen oberhalb des Formniveaus das Lichtloch angebracht, aus welchem die daraus herausbrechende Flamme Nachts zur Beleuchtung dient.

Fig. 38.



a Kernschacht. *b* Füllung. *c* Rauhgemäuer. *d* Formgewölbe. *f* Formen.

Diese früher in Kärnthen und Steyermark[2]) allgemein, auch im Siegenschen[3]), in Thüringen[4]), in Tirol[5]) u. a. angewandten Oefen haben zuweilen den Schlacken- und Eisenabstich an entgegengesetzten Seiten liegen, wodurch an der Arbeitsseite an Raum gewonnen, der Arbeiter vor Hitze und Schwefelwasserstoff beim Kaltgiessen der Schlacken mit Wasser geschützt und der Eisenkasten nicht einseitig ausgeweitet wird (Steyermark).[6]) Man hat auch Oefen mit contiunirlichem Schlackenabfluss ohne Kühlung des Auges.[7])

Cokesöfen.

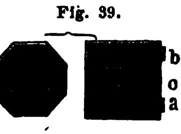
β. Neuerdings ist die vortheilhafte Blauofenconstruction auch für mit Cokes und den verschiedensten Erzen betriebenen Oefen dadurch möglich geworden, dass man nach Lürmann[8]) die

---

1) Schmalkaldener Ofen: Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. Bd. 18, Taf. 20. Vordernberger Blauöfen: Kerpely, Fortschr. 1864, S. 125. Mariazeller Ofen: B. u. h. Ztg. 1869, S. 150, Taf. 4, Fig. 11. 2) Kerl, Met. 3, 230, 330. B. u. h. Ztg. 1864, S. 384. Kerpely, Ausst.-Ber. 1873, S. 76. 3) B. u. h. Ztg. 1856, S. 314; 1857, S. 408. Berggeist 1863, No. 23. Schles. Wochenschr. 1860, No. 18. 4) Berggeist 1860, No. 60. 5) Oest. Ztschr. 1855, No. 47, 48; 1856, No. 2. 6) Rittinger's Erfahr. 1854, S. 44. Oest. Jahrb. 9, 285. 7) Oest. Ztschr. 1868, No. 6. 8) B. u. h. Ztg. 1867, S. 394; 1868, S. 4 (Abbild., auch Tunner's Modification), 88, 180; 1869, S. 191; 1871, S. 17, 123; 1874, S. 61. Berggeist 1868, No. 4; 1870, No. 38. Kerpely's Ausst.-Ber. 1873, Taf. 3, Fig. 1 (Ilseder Hütte), Taf. 4, Fig. 8 (Charlottenhütte im Siegenschen). Dingl. J. 194, 475. Jordan, Cours de Metallurgie 1874, Taf. 25. Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 18, 667.

dünnflüssige, hitzige Cokeshohofenschlacke, welche das in einem Stein angebrachte Schlackenauge zerstört, durch eine eiserne oder broncene mit Wasser gekühlte Schlackenform continuirlich ausfließsen lässt, während der Eisenabstich seitlich oder gegenüber liegt (Fig. 39). *a* Wassereinflussrohr. *b* Wasserausflussrohr. *c* Schlackenloch.

Fig. 39.



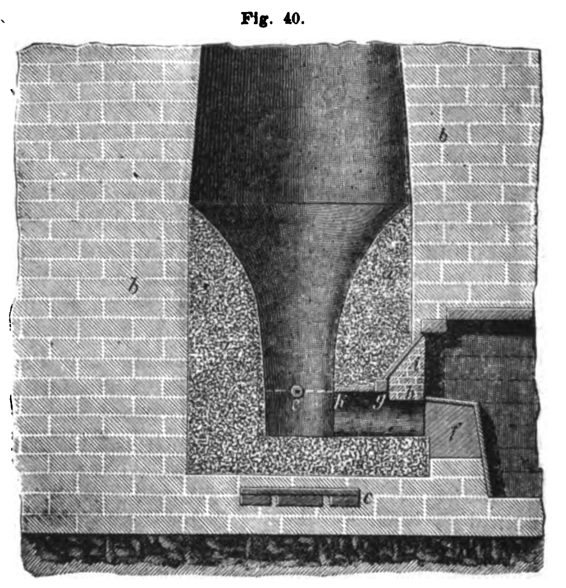
Modification der Lürmann'schen Form.

Kremers[1]) wendet eine Schlackenform mit Rinne in dem Hohlraum an, in welchem ein Formstutzen steckt. Für gewöhnlich fliesst die Schlacke durch die Rinne; sollte diese verstopft werden, so kann man sie durch den sonst verschmierten Formstutzen austreten lassen — Dango und Diedenthal[2]) fertigen Lürmann'sche Schlackenformen aus Bronce, dem besten Material, welches bei sorgfältiger Reinhaltung am besten durch Ausspritzen unter hohem Druck und continuirlichem Wasserzufluss fast unzerstörbar ist. — Büttgenbach[3]) giebt der Schlackenform statt einer runden Oeffnung, welche z. B. im Siegenschen[4]) bei unreinen Cokes manche Unzuträglichkeiten gezeigt hat, einen 470—628 mm. hohen und 20 mm. weiten, mit Thon verstopften Schlitz (das Schienel der steyrischen Blauöfen), welcher ein Ablassen der Schlacke durch Einstossen eines Loches in den Thon in beliebiger Höhe zulässt. Nach Lürmann ist jedoch die Thonwand nicht haltbar. Der Ofen erhält zweckmässig die Zustellung eines solchen mit offener Brust; der durch circulirendes Wasser abgekühlte Tümpel erhält den Schlackenschlitz, welcher auf Lehm steht, mit dem man den Vorherd zugestopft hat. Um bei Betriebsstörungen in den Herd zu gelangen, braucht der Lehm nur ausgeräumt zu werden. Der Wallstein enthält an der einen unteren Ecke den Eisenabstich, welcher nöthigenfalls aber auch unten in den Schlitz verlegt werden kann. — Zu Schwechat wird derselbe Zweck durch eine ovale 26 cm. hohe und 8 cm. breite Schlackenwasserform erreicht. Zu Prevali hat man die Schlackenableitung mit einem kleinen Schlackenvorherd verbunden.

Massengestell.

2. Massengestell. Aus Masse[5]), einem angefeuchteten Gemenge von Thon und Quarz (z. B. 1:6) oder beiden und Chamotte, je nach der Basicität der Beschickung, nach Modellen aufgestampfte Gestelle[6]) (zuweilen auch Rast und Tümpel[7]), seltener Wallstein[8]) aus Masse) erfordern zwar längere Zeit zur Herstellung, als Stein- oder Ziegelgestelle, aber sie können dauerhafter sein, lassen sich leichter repariren, die Oefen können rascher angeblasen werden, die Gestelle haben keine

Fig. 40.

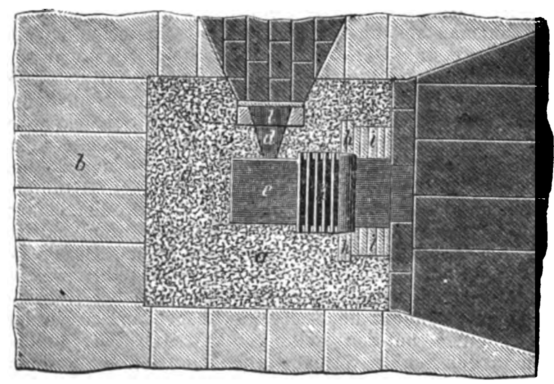


1) B. u. h. Ztg. 1874, S. 61. 2) B. u. h. Ztg. 1874, S. 61, Taf. 2, Fig. 15. 3) B. u. h. Ztg. 1874, S. 61, Taf. 2, Fig. 9—11. 4) B. u. h. Ztg. 1872, S. 337. 5) Kerl, Met. 3, 363. 6) B. u. h. Ztg. 1861, Taf. 12. Fig. 1 und 2. 7) Hartmann, Fortschr. 5, 97. 8) B. u. h. Ztg. 1860, S. 392.

Fugen u. s. w. Meist sind locale Preisverhältnisse für das zu wählende Material entscheidend. Solche Gestelle können sowohl für Oefen mit geschlossener Brust (S. 111) angewandt werden, indem man nur zu den Stichsteinen natürliche Steine nimmt, als auch für Sumpföfen.

Oberharzer Sumpfofen (Fig. 40, 41). *a* Masse, z. B. für die inneren Theile 4, für die äusseren 5 Vol. Quarz auf 1 Vol. Thon. *b* Rauhgemäuer. *c* Fundament mit Abzügen. *d* Formöffnung, ebenfalls nach einem Modell gebildet. *e* Herd. *f* Wallstein. *g* Tümpel. *h* gusseiserne Quader zum Lager für den Tümpel. *i* Dergl. zum Schutz der Seiten der Herdöffnung. *k* schmiedeeiserne Stäbe zum Tragen der Masse hinter dem Tümpel. *l* Sandstein zum Festlegen der Form. Zu Rothehütte[1]) (Oberharz) Bodenstein von 0.75 m. Dicke aus 2 Lagen Sandstein, untermauert mit Chamottesteinen; Gestell aus Masse ($^3/_{10}$ feuerfestem Thon, $^7/_{10}$ gebranntem Quarz) aufgestampft, von Sandsteinen umfasst, welche durch eiserne Bänder zusammengehalten werden, gekühlt durch 4 Wasserkästen, 3 Wasserformen und 1 Wassertümpel; Rast und Schacht aus Sandstein, Gicht aus Gusseisen (Oberharz[2]), Königshütte[3]), Schweden[4]) u. s. w.).


Fig. 41.



Bewegliche Herde.

Man hat auch aus Masse aufgestampfte Herde beweglich (S. 109) gemacht; nach der Zerstörung werden sie weggenommen und durch neue ersetzt; desgleichen Herde aus einem ausgeglühten Gemenge von Theer mit Graphit oder Cokesklein zum Schmelzen von Wolframroheisen.[5])

Gestellkühlung.

Entgegen dem früheren Grundsatze, die Gestelle eng zu umbauen, um die Wärme zusammenzuhalten, stellt man dieselben sowie auch wohl die Rast frei und kühlt sie häufig noch mit Wasser, wodurch zwar Wärme verloren geht, dieser Verlust aber reichlich durch längere Conservirung des Gestelles aufgehoben wird, auf welches die Schlacke je nach ihrer Basicität, heisser Wind u. s. w. namentlich bei den neuerdings so sehr gesteigerteu Productionen, wobei in der Zeiteinheit ein bedeutend grösseres Wärmequantum als früher erzeugt wird, mehr oder weniger corrodirend wirken (besonders bei manganreichen Erzen und dem Betrieb auf Weisseisen entsteht eine stark fressende, Gestellkühlung erfordernde Schlacke). Ausser dass man in den Formen (s. später), im Tümpel (Fig. 29 *h*), in der Wallsteinplatte (Fig. 29 *l*), in der Lürmann'schen Schlackenform (S. 113) Wasser circuliren lässt, auch zuweilen den Bodenstein mit einem ringförmigen, wohl groben Flusssand enthaltenden Wassercanal umgiebt (Fig. 37, 42), kann man Gestell und Rast kühlen[6]):

1) Preuss. Ztschr. 19, 71, Taf. 5. 2) Preuss. Ztschr. 2, 196. 3) B. u. h. Ztg. 1860, S. 393. 4) Tunner, Eisenhüttenwesen in Schweden 1858, S. 31. Preuss. Ztschr. 14, 142. 5) Polyt. Centr. 1874, S. 315. 6) B. u. h. Ztg. 1868, S. 231, 378.

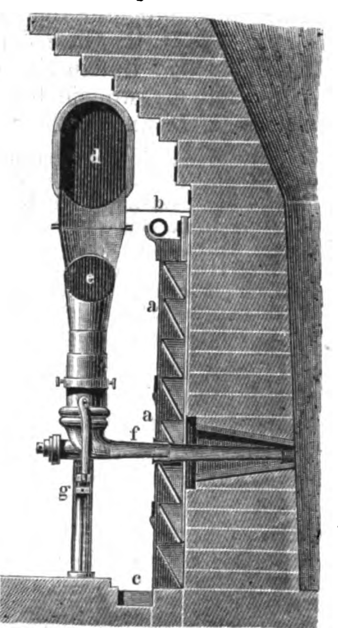
Berieselung.

1. Durch Berieselung, indem man an dem mit Einschnitten versehenen Mauerwerk (Königshütte, Gleiwitz[1])) oder einem dasselbe umgebenden Blechmantel Wasser aus einer um den Herd gelegten Röhre herabrieseln lässt. Zuweilen lässt man aus Brausen oder Spritzkegeln Wasser gegen einzelne besonders heisse, angegriffene Stellen treten (Kreuzthal.[2]))

Beispiele.

Kladno[3]) (Fig. 42). *b* Wasserrohr zur Speisung der Rinnen *a*, welche das Wasser sämmtlich passirt, um sich in *c* anzusammeln, hier noch kühlend zu wirken und dann zur Dampfkesselspeisung verwendet zu werden. *d* Windleitungsrohr, den Ofen umkreisend. *e* Drehschieber zum Abschliessen der Düsen *f*. *g* Schraube, bei deren Lüften die Düse leicht abgenommen werden kann. — Auf den Lothringer Werken bei Ars für Moselle geht unterhalb der Formen ein Rohr mit Spritzlöchern um das Gestell herum und der untere Theil desselben ist ganz von Wasser umgeben. — In Steyermark[4]) ist das 0.632 m. starke Gestell in einem Eisenmantel von 13.5 mm. Dicke ohne Zwischenraum eingemauert und 3.16 m. hoch von Wasser umgeben. Dieses tritt zuerst in die Formen und circulirt dann in den verschiedenen oben offenen Kühlsegmenten. Man braucht pro Min. 0.473 cbm. Wasser und dessen Temperaturzunahme ist nur 6°. Die Gestellconservirung durch diese Kühlung kostet höchstens 200 kg. Cokes in 24 St.

Fig. 42.



Wenn das Mauerwerk nicht mit Eisenblech umgeben ist, so wird dasselbe selbst bei einem Ueberzuge mit Cement durch Auswaschen der Fugen im Laufe der Zeit zerstört.

Circulation.

2. Durch Circulation von Wasser in in das Mauerwerk etagenweise über einander eingesetzten, mit einander verbundenen eisernen Röhren oder Kästen (*f* in Fig. 29; *L* in Fig. 37), das am häufigsten angewandte, zwar minder einfache, aber sicherere und eine bessere Regulirung der Kühlung zulassende Verfahren (Siegen[5]), sonst in Westphalen[6]), Halbacher Werk, Bussius'sche Construction[7]) u. s. w.). Geschlossene Kühlkästen können Explosionen veranlassen.

Berieselung und Circulation.

3. Durch combinirte Berieselung und Circulation, und zwar an den einzelnen Ofentheilen das eine und andere.

Beispiel.

Auf westphälischen Hütten werden wohl Windformen, Nothformen und Tümpel nach dem Circulationssystem, die Rast durch Berieselung aus einem umgelegten Rohre gekühlt. — Auf englischen Hütten[8]) findet theils eine Berieselung aus Rinnen statt, theils sind Wasserkästen unter den Formen ins Gestell eingelassen und diese nehmen das Kühlwasser der Formen auf. — Zu Neunkirchen Kühlung mit communicirenden Röhren über den Formen und durch Spritzkegel, gegen einzelne zu heisse Stellen gerichtet.

---

1) Berggeist 1869, S. 303. 2) Preuss. Ztschr. 14, 304. B. u. h. Ztg. 1868, S. 411. 3) B. u. h. Ztg. 1870, S. 377. 4) Kärnthn. Ztschr. 1874, S. 170. 5) Kerpely, Ausst.-Ber. 1873, Taf. 4, Fig. 8. B. u. h. Ztg. 1868, S. 395, 410; 1872, S. 337. Kerpely, Fortschr. 5, 137. 6) B. u. h. Ztg. 1868, S. 373. 7) B. u. h. Ztg. 1862, S. 85. 8) Preuss. Ztschr. 14, 303 (Abbild.). B. u. h. Ztg. 1867, S. 204.

Im Uebrigen sind die Ansichten über die zweckmässigste Kühlmethode noch getheilt.[1])

Gichtgasfänge. Gichtgase als Wärmequelle.

F. Gichtgasfänge.[2]) Die Gichtgase enthalten eine reiche Wärmequelle theils in ihrer Temperatur, theils in ihrem Gehalte an brennbaren Gasen (bis 30 Proc. und mehr Kohlenoxydgas). Während dieselben früher, oberhalb der Gicht mit Luft in Berührung sich entzündend, als Gichtflamme unbenutzt entwichen, verwendete man diese Flamme später, aber nur unvollkommen neben oder über der Gicht zum Heizen von Dampfkesseln, Windwärmapparaten u. s. w. Eine vollständigere Ausnutzung wurde erst erzielt, seit Faber du Faur (1837) die Gase dem Ofen unterhalb der Gicht, also bei ausgeschlossenem Luftzutritt entzog und sie nach vorheriger Reinigung dahin leitete, wo sie bei Luftzuführung verbrannt, Wärme abgeben sollten (z. B. an Puddelöfen, Dampfkessel u. s. w.).

Während die gestiegenen Preise der Brennmaterialien immer mehr die Ausnutzung der Gichtgase zur Nothwendigkeit machen, so finden sich doch noch Werke ohne Gasfänge, z. B. in Russland, vor nicht gar langer Zeit auch in Schottland, wo man sogar einen grösseren Kohlenverbrauch bei Nutzung derselben gehabt haben will, während u. A. deutsche Hütten[3]) das Gegentheil nachweisen Nach Gillot[4]) beträgt die Heizkraft der Gichtgase durchschnittlich zwei Drittel von der des angewandten Brennmaterials. Auf einigen Ruhrhütten[5]), welche Blackband verarbeiten, ist die Gasableitung eingestellt, um behufs des erforderlichen sorgfältigen Chargirens eine offene Gicht zu haben.

Constructionsbedingungen.

Seit Faber du Faur's Beginnen sind eine grosse Anzahl von Gasfängen construirt, welche aber nicht immer den an dieselben zu stellenden Grundbedingungen entsprechen, dass sie eine möglichst vollständige Fassung der Gase ohne Beeinträchtigung des Ofenganges, sowie ein zweckmässiges Chargiren gestatten.

Beim Chargiren von Beschickung und Brennmaterial kommt es im Allgemeinen darauf an, dass die gröberen Materialien mehr in der Mitte, die feineren mehr an der Peripherie des Ofens zu liegen kommen, um den Gasen, welche an den Ofenwänden empor zu steigen streben, weil hier die meisten Zwischenräume sind, Widerstand entgegen zu setzen. Bei Oefen mit engen Gichten bewerkstelligt man eine derartige Anordnung mit Hand, bei weiteren durch selbstthätige Chargirvorrichtungen (z. B. von Parry, v. Hoff, Langen u. s. w.). Das Brennmaterial sucht man mehr nach der Mitte hinzuschaffen, weil dasselbe sonst zu sehr vom Erz an die Wände gedrängt wird. Zu diesem Behufe sind Gasfänge mit centraler Brennstoffgichtung construirt (z. B. von Navay) oder solche angewandt, welche ein beliebiges Gichten nach den Wänden oder nach der Mitte zu gestatten (von Jacobi, Kerpely, Chadeffaut u. s. w.).

Lage der Gasfänge.

Die Gasfänge können bald in Gestalt von Canälen im Mauerwerk, bald von centralen Röhren oder Glocken im Niveau der Gicht oder mehr oder weniger tief darunter angebracht sein. Dabei ist die Gicht offen oder geschlossen.

Während bei seitlichen Canälen ein gleichmässigeres, unbehinderteres Niedergehen der Chargen stattfindet, als bei centraler Ableitung, wo das Rohr Reibung veranlasst, allerdings auch eine Auflockerung der Massen in der Ofenmitte etwas befördert, so will man hier und dort bei beiden Methoden einen, auf die gleichmässige Vorbereitung der Beschickung ungünstig einwirkenden einseitig beschleunigten Gaszug resp. nach der Peripherie oder der Mitte wahrgenommen

1) B. u. h. Ztg. 1868, S. 373. Kerpely, Fortschr. 5, 106. 2) Kerl, Grundr. d. allgem. Hüttenkunde, S. 100. B. u. h. Ztg. 1864, S. 286; 1865, S. 395; 1869, S. 277. Jordan, Album du Cours de Metallurgie 1874, Taf. 26 und 27. 3) Kerpely, Fortschr. 3, 98; 7, 130. 4) Dingl. 188, 191. 5) Berggeist 1869, S. 86.

Pressung der Gase.

haben.[1]) Man suchte dieses dadurch zu vermeiden, dass man die Gase bei geschlossener Gicht im Niveau oder über derselben aufgefangen hat (s. später), wobei weder Richtung und Geschwindigkeit verändert, wohl aber ihr Wassergehalt erhöht wird, den man indes durch Abkühlung der Gase in den Leitungsröhren u. s. w. beseitigen kann. Nach neueren Erfahrungen[2]) ist es jedoch für Ofengang, Brennstoffverbrauch und Roheisenqualität unwesentlich, ob die Gase oberhalb oder 1.3—2.2 m. unterhalb der Gicht, mitten oder an der Peripherie, durch eine oder mehrere tangentiale Oeffnungen abgezogen werden, wenn sie nur mit einer gewissen Pressung (etwas über Atmosphärendruck, etwa 11—17 mm. Wassersäule) aus der nicht zu engen, den Niedergang der Massen sonst erschwerenden Gicht ausströmen. Werden die Gase durch Essen oder Exhaustoren zu scharf angesogen, so wird zum Nachtheil des Ofenganges die Verbrennung aus der Schmelzzone, in welcher behuf guten Ofenganges die Hitze concentrirt sein muss, nach oben gerückt, es entsteht sog. Oberfeuer und durch Lufteinsaugung von oben können leicht Explosionen entstehen.

Nutzung der Gase.

Faber du Faur leitete die Gase ursprünglich aus tieferen Ofengegenden ab und konnte damit wegen ihrer höheren Temperatur grössere Hitzen erzeugen, z. B. zum Puddeln und Schweissen. Aber da hierdurch dem Ofen zu viel reducirende Gase und Wärme entzogen werden konnte, so kam der Ofengang leicht in Unordnung, was wieder störend auf die Zusammensetzung der Gase und ihren Heizeffect wirkte. Man hat sich deshalb später meist darauf beschränkt (in Schweden[3]) kommen namentlich noch tiefere Gasfänge vor), die Gase aus oberer Höhe da zu entnehmen, wo die Reduction beendigt ist, der Gehalt an Kohlenoxydgas nicht mehr abnimmt und wesentliche Mengen unzersetzten Wasserdampfs nicht mehr sich vorfinden, oder selbst im Niveau der Gicht und darüber. Solche Gase, obgleich weniger heiss und ärmer an Kohlenoxydgas, verwendet man zweckmässig da, wo es auf sehr hohe und gleichmässige Temperaturen nicht ankommt, und zwar am vortheilhaftesten dort, wo die erzeugte Gasmenge mit deren Verbrauch in einem natürlichen Zusammenhange steht (Erhitzung der Dampfkessel fürs Gebläse, Brennen von Zuschlagskalk, Rösten von Erz), weniger günstig für Processe, die mit dem Hohofenbetrieb nichts zu thun haben (Puddeln, Schweissen, Ziegelbrennen u. s. w.) oder in gewissen Perioden stärkere oder schwächere Hitzen verlangen (Winderhitzung). Für letztere sind Vercokungsgase[4]) vortheilhafter oder bei Gichtgasen wird eine Hilfsfeuerung erforderlich.

Hinsichtlich der durch Gichtgase geheizten Dampfkessel[5]) ist kein System durchgreifend angenommen. Die verbreitetste Anwendung finden in England die Cornwallkessel mit 1 und 2 Feuerrohren und die langen einfach cylindrischen mit freier, durch Gegengewichte balancirter Aufhängung. Dieselben, in Deutschland auch bis zu Längen von 25 m. in Anwendung, sind wegen Explosionsgefahr durch ungleiche Ausdehnung vielfach durch Henschelkessel ersetzt; am meisten haben aber haben hier und da die Woolf'schen Kessel mit 1 oder 2 Bouilleurs die meiste Verbreitung gefunden, am besten mit einiger Neigung der Unterkessel und Speisung am kältesten Punkte. Dupuis' System, cylindrische Kessel mit einem stehenden Röhrenkessel in Verbindung, sind kostspielig und die Beseitigung des Flugstaubes macht viel Arbeit. Die vortheilhafteste Ausnutzung der Wärme findet nach v. Struve und Boutmy[6]) statt, wenn man die Gase vorher mit Luft mischt und die heissen Verbrennungsproducte erst dem Kessel zuführt, als die Gase demselben direct, indem sie sich an dem Kessel zu stark abkühlen und unvollständig verbrennen. In Rheinland-Westphalen[7]) legt man zur möglichsten Ausnutzung der Gase bei Dampfkesseln pro effective Pferdestärke 1.97—2.46 qm. ins Feuer; in Prevali bewirkte die Vermehrung der Heizfläche von 1.57 qm. auf 3.15 qm. pro Pferdekraft eine Ersparung von 60 Proc. der Zuheizkosten.

Classification der Gasfänge.

Die Gasfänge, deren Wahl hauptsächlich bedingt ist durch örtliche Verhältnisse, als: Höhe der Oefen, Korngrösse und Feuchtigkeit der Erze, Weite der Gicht, Grösse der Production u. A., lassen sich nach Vorstehendem wie folgt classificiren:

---

1) B. u. h. Ztg. 1860, S. 313, 333. 2) B. u. h. Ztg. 1860, S. 277; 1864, S. 131. Kerpely, Fortschr. 5, 135. 3) B. u. h. Ztg. 1852, S. 601; 1863, S. 211. 4) Berggeist 1865, No. 10, 49. 5) Kärnthn. Ztschr. 1874, S. 132. v. Reiche, Anlage und Betrieb der Dampfkessel. Leipzig 1872 6) B. u. h. Ztg. 1874, S. 228; 1875, S. 14, 65. 7) B. u. h. Ztg. 1872, S. 337.

Offene Gicht.

I. **Gasfänge bei offener Gicht.** Dieselben gestatten ein bequemes Chargiren, das Entweichen von Wasserdämpfen, so dass bei feuchten Erzen trockene Gase erfolgen, und eine bessere Vorbereitung der immer von etwas Gas durchströmten Erze in oberen Ofentheilen, geben aber zu Gasverlust Veranlassung. Dieser lässt sich zwar durch einen besser aufzieh- als aufklappbaren Deckel unter Wasser- oder Sandverschluss vermindern, aber es erfolgen dann feuchte Gase. Das Chargiren geschieht am einfachsten in der Weise, dass man die Beschickung an mehreren Punkten hart an der Ofenperipherie einstürzt, wo dann das Klein liegen bleibt, während die dicken Stücke nach der Mitte rollen. Auch bringt man runde Gichthunde[1]) mit Bodenklappen in Anwendung (Creusot).

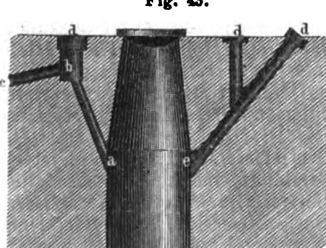
Tangentiale Gasfänge.

1. **Tangentiale Gasfänge**, und zwar:

a. **Unterhalb der Beschickungssäule.** Diese bestehen seltener nur aus einem weiten, als aus mehreren ringsum gleichmässig vertheilten Canälen in einer Reihe (Wasseralfinger Verfahren Fig. 43) oder in 2 Reihen über einander (Witkowitz), deren Mündungen man wohl durch einen eisernen Rahmen (Fig. 44) oder durch einen in die Gicht eingehängten, aber mehr oder weniger leicht zerstörbaren Cylinder (Pfort's Apparat Fig. 45) schützt. Zuweilen sind in dem Cylinder Vertheilungsvorrichtungen angebracht (Fig. 46).

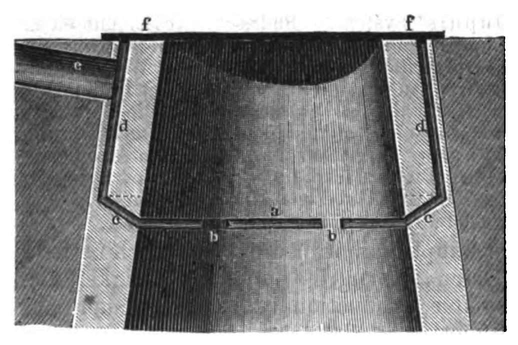
Beispiele.

Fig. 43.



Schweden[2]) (Fig. 43). *a* Gasfang, 3.14—4.40 m. unter der Gicht, mit Flugstaubkammer *b* und nach unten gehendem Gasleitungsrohr *c*. *d* mit Asche versehener Deckel. *e* zur Gicht führender Gasfang (Nordamerika[3]), England[4]), Deutschland[5]), Horowitz[6]). Sparrow[7]) lässt die Gase aus den Oeffnungen in der Peripherie in verticale Canäle treten, welche sie in einen so hoch gelegenen ringförmigen Sammelraum leiten, dass das Chargiren dadurch nicht behindert wird. Besonders bei wasserstoffreichem Brennstoffe wird das Gemäuer in der Umgebung der Gascanäle stark angegriffen.[8])


Fig 44.



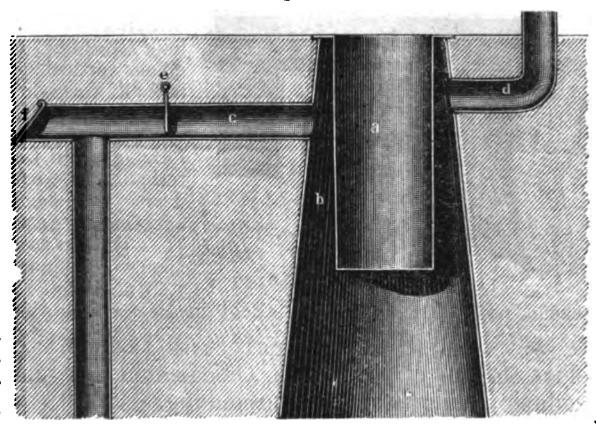
Siegen[9]) (Fig. 44). *a* gusseiserner Ring 209 mm. breit und 118 mm. hoch, 941 mm. unter der Gicht. *b* Stützen von 52—78 mm. Höhe und 209 mm. Breite. *c* Schlitze. *d* Raum zur Gasansammlung. *e* Gasableitungsrohr. *f* gusseiserne Deckplatte. Billiger und dauerhafter als Pfort's Apparat.

Steyermark (Fig. 45). *a* Eisenblecherner Chargircylinder 0.87 m. weit und 2.14 m. hoch. *b* Raum zur Gasansammlung, 105—235 mm. weit. *c* Gasabführungsrohr, 0.37 m. weit. *d*

1) B. u. h. Ztg. 1860, S. 289; 1869, S 271. 2) B. u. h. Ztg. 1852, S. 601; 1863, S. 211. 3) B u. h. Ztg 1871, S. 17. 4) B. u. h. Ztg. 1867, S. 19. 5) Kerl, Met. 1, 310. B. u. h. Ztg. 1858, S. 120. 6) B. u. h. Ztg. 1873, S. 38. 7) Dingl. J. 207, 313. 8) Kerpely, Eisenhüttenwes. Ungarns S. 180. 9) B. u. h. Ztg. 1862, S. 127.

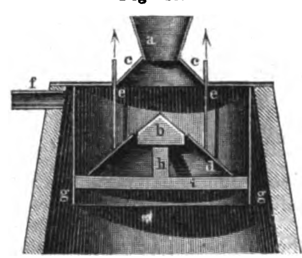
zur Gasabführung für die Gichtbeleuchtung. *e* Register. *f* Sicherheitsventil. Bei **Prénat's**[1]) **Gasfang** befindet sich in dem Cylinder ein Abrutschkegel, bei **Minary's Apparat**[2]) ohne Cylinder ein Doppelkegel, dessen Untertheil durchlöchert, die Gase aufnimmt und durch Arme nach der Seite hin entweichen lässt.

Fig. 45.



Chadeffaut's Gasfang[3]) (Fig. 46), zum beliebigen Chargiren nach der Peripherie oder nach der Mitte hin. *a* Chargirtrichter. *b* Eisenkegel, an *h* befestigt. *c* Gichtverschluss. *d* konischer Ring, welcher in der gezeichneten Stellung die Charge nach der Ofenperipherie dirigirt, während sie bei mittelst der Zugstangen *e* aufgezogenem Ring mehr nach der Mitte fällt.

Fig 46.

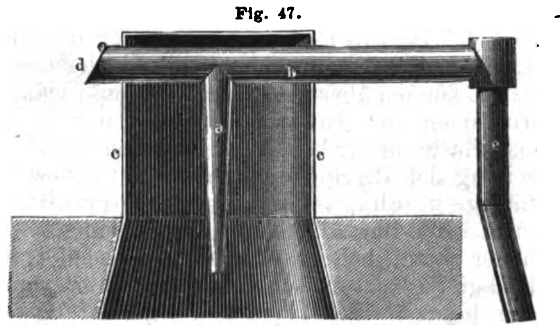


b. **Oberhalb der Beschickungssäule.** Bei **Winzer's Apparat**[4]) zur **Georg Marienhütte** ist nur ein kurzer Cylinder in die Gicht eingehängt, hinter welchem die Gase noch oben in einen ringförmigen, auf der Gicht stehenden, mit Chargiröffnungen versehenen Blechbehälter treten.

Zu **Rhonitz**[5]) ziehen die Gase durch 7 auf der Gicht hinter dem Cylinder aufgestellte gekrümmte Rohre in einen Sammelbehälter. Beispiel.

2. **Centrale Gasfänge**, weniger dauerhaft in Gestalt in die Gicht eingehängter Eisenröhren (Fig. 47) oder durchlöcherter Doppelkegel (**Minary's Apparat**)[6]), als gemauerter Cylinder (Fig. 48). Durch Anbringung von Erzvertheilungsvorrichtungen (z. B. von **Coingt**[7]) zu **Givors**[8]) werden die Apparate wandelbarer. Centrale Gasfänge.

Fig. 47.



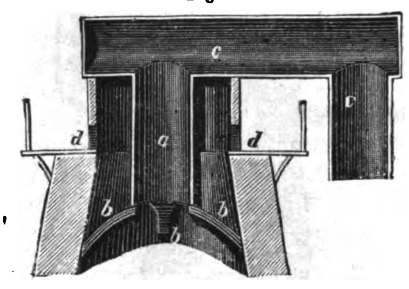
Darby's Apparat[9]) und **Schäffler's Apparat**[10]) (Fig. 47). *a* 0.94 m. weites Rohr zur Gasauf- Beispiele.

---

1) B. u. h. Ztg. 1864, S. 286. 2) B. u. h. Ztg. 1866, S. 454. 3) B. u. h. Ztg. 1864, S. 287; 1865, 896. **Jordan**, Cours de Métallurgie 1874, Taf. 23, 24. 4) B. u. h. Ztg. 1864, S. 132. 5) **Kerpely**, Eisenhüttenwesen in Ungarn 1872, S. 181, Taf. 3, Fig. 33. 6) B. u. h. Ztg. 1866, S. 454. 7) B. u. h. Ztg. 1857, S. 350; 1864, S. 258, 287, 288; 1865, S. 224. 8) B. u. h. Ztg. 1864, S. 288; 1865, S. 224. 9) B. u. h. Ztg. 1858, S. 263; 1862, S. 379. **Dingl.** 161, 355. 10) B. u. h. Ztg. 1860, S. 333, 502.

nahme. ***b*** **Sammelrohr mit Sicherheitsventil** ***d*** **und auf dem Gichtmantel** ***c*** **ruhend.** ***e*** **Gasabführungsrohr.**

Fig. 48.



Georg Marienhütte.[1] **Ein weites Centralrohr ragt 2.8 m. tief in den cylindrischen freistehenden Ofenschacht und ist unter den 4 Abzweigröhren mit einem vertical geführten Ventil versehen, um die Gase in die Luft entlassen zu können.**

Givors.[2] **Das nach oben kegelförmige weite Centralrohr liegt ganz unterhalb der Gicht und die Gase werden durch von demselben unter der Gicht ausgehende Arme seitlich abgeführt.**

Ulverstone[3] **(Fig. 48).** ***a*** **gemauerter Cylinder von 1.37 m. Weite und 1.83 m. Höhe, auf gemauerten Bogen** ***b*** **stehend und 1.52 m. über der Gicht in die Gasabführungsröhre** ***c*** **mündend.**

3. Combinirte centrale und tangentiale Gasfänge. Dieselben kommen bei weiten Ofengichten zur gleichmässigen Gasvertheilung zweckmässig in Anwendung.

Beispiele.

Apparate von Ebeling und Bussius bei eingehängtem Cylinder in der Weise eingerichtet, dass derselbe ein unten offenes hohles Kreuz (Arme) erhält, in welches die Gase eintreten und sich dann mit den an den Wänden hinter dem Cylinder aufgestiegenen vereinigen, um seitlich (Ebeling)[4] **oder durch ein Rohr in der Mitte (Bussius)**[5] **abgeführt zu werden.**

Whitwell's Apparat.[6] **Ein centrales Rohr ist oberhalb der Gicht durch zwei geneigte Rohre mit den tangentialen Gasableitungsröhren ausserhalb des Schachtes verbunden.**

Ilseder Hütte[7] **(Fig 33). Ein centrales Rohr, sowie 6 an der Peripherie hinter dem eingehängten Cylinder angebrachte Rohrstutzen münden in ein oberhalb der Gicht liegendes Sammelrohr.**

Büttgenbach[8] **entzieht die Gase bei einer seiner Ofenconstructionen aus der Mitte und von der Peripherie, bei andern (Fig. 32) nur an der Peripherie.**

Burbacher Hütte, Esch, Dommeldingen, Mühlheim a. d. Ruhr, Seraing. Centralrohr und eingehängter Cylinder, hinter welchem die Gase seitlich entweichen und sich mit denjenigen aus dem Centralrohr vereinigen. Derartige Gasfänge empfehlen sich besonders bei hohen Oefen, Schmelzgut von mittlerer Korngrösse und grosser, ein häufiges Gichten erfordernder Production.

Geschlossene Gicht

II. Gasfänge bei geschlossener Gicht (universelle Gasfänge). Dieselben gestatten, was für den Reductionsprocess günstig ist, ein Auffangen der Gase oberhalb der Beschickungssäule (S. 117), letztere können aber sehr feucht sein und man vermag bei einigen Constructionen nur schwierig zum oberen Schachttheil zu gelangen. Um Gasverluste möglichst zu vermeiden und eine zweckmässige Vertheilung der Beschickungsmaterialien zu bewirken, sind meist selbstthätige mechanische Chargirvorrichtungen vorhanden, welche eine leichte Beweglichkeit zulassen müssen. Die Gase werden bald an der Seite, bald in der Mitte abgeleitet, was für den Ofenbetrieb gleichgültig zu sein scheint, wenn erstere nur die erforderliche Pressung besitzen (S. 117) und die Gasleitungen hinreichend weit sind, so dass die Geschwindigkeit der Gase in denselben 7.8—9.5 m. pro

---

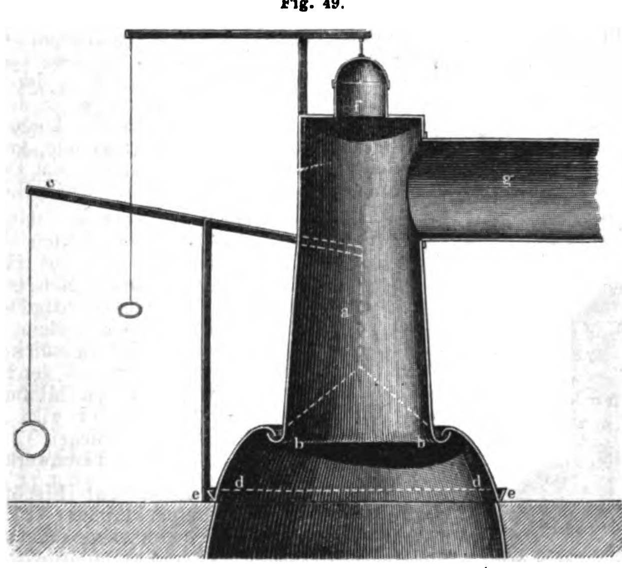
1) Kerpely, Ausst.-Ber. S. 42, Taf. 3, Fig. 3 u. 4. 2) B. u. h. Ztg. 1864, S. 288; 1865, S. 224. 3) B. u. h. Ztg. 1862, S. 379; 1863, S. 156; 1864, S. 287, 288. 4) B. u. h. Ztg. 1861. S. 101. 5) B. u. h. Ztg. 1862, S 87. 6) Kerpely, Ausst.-Ber. 1873, S. 43, Taf. 2, Fig. 10. 7) Ebend. S. 40, Taf. 3, Fig. 1. 8) B. u. h. Ztg. 1870, Taf. 11, Fig. 1 u. 2.

Secunde nicht übersteigt, somit der schwerere Flugstaub sich absetzen kann.

1. Gasfänge ohne selbstthätige Chargirung. Die Gicht ist bis auf das centrale Gasabzugsrohr mit einem Deckel oder einer Glocke geschlossen oder es ist ein mit Glocke versehener Cylinder eingehängt, hinter welchem die Gichtgase abziehen (Halberger Hütte) oder die Gase steigen durch ein Centralrohr auf (Unterwellenborn, Rosenberg in Baiern). Das Chargiren geschieht entweder durch mit nach Innen schlagenden Klappen geschlossene Oeffnungen (Oakes[1], 1857) an der Deckelperipherie oder ringsum mit Wagen nach dem Aufziehen der Glocke (Langen 1861[2])) oder des Deckels (Turley 1860[3])). Beim Heben der Glocke schliesst sich das Gasableitungsrohr selbstthätig, so dass keine Luft in dasselbe eindringen kann. Nichtselbstthätige Chargirung.

Langen's älterer Apparat (Fig. 49). *a* feststehendes Gasabführungsrohr mit Wasser- oder Sandverschluss bei *b*. *c* Hebel zum Aufziehen der Glocke *d*. *e* Sandverschluss. *f* Sicherheitsventil. *g* Gasableitungsrohr. Beispiel.

Fig. 49.



Aehnliche Glockenapparete findet man u. a. in Neunkirchen, und sollen dieselben bei weniger Gasverlust eine bessere Nutzung der Gase zulassen, als z. B. der Langen'sche Apparat. Zu Stieringen werden die Gase seitlich abgeleitet und man schiebt nach gehobener Glocke den Gichtwagen mit konischem Boden auf Schienen über die Gicht. Whrightson[4]) hebt und senkt den Gichthut mittelst hydraulischen Druckes.

2. Gasfänge mit selbstthätiger Chargirung. Denselben liegt im Wesentlichen der Parry'sche Trichter in verschiedenen Modificationen zum Grunde. Der Parry'sche Trichter ermöglicht ein bequemes und schnelles Chargiren, namentlich wenn man das Selbstthätige Chargirung.

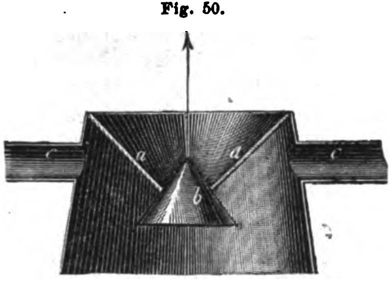
1) Percy-Wedding, Eisenhüttenk. 2, 345. 2) B. u. h. Ztg. 1862, S. 227, 376; 1864, S. 259. 3) B. u. h. Ztg. 1860, S. 158. 4) B. u. h. Ztg. 1871, S. 355.

Gegengewicht mit einer kleinen hydraulischen Pumpe lüftet (Nordengland).

Beispiele. Tangentiale Gasfänge.

a. Tangentiale Gasentziehung. Parry'scher Trichter[1] (Fig. 50). *a* Gusseisentrichter. *b* Kegel, welcher beim Senken die darauf gestürzte und vorgewärmte Beschickung nach der Peripherie des Ofens hin entlässt. *c* Gasabführungsröhren. Dieser in England, Deutschland, Nordamerika u. s. w. häufig angewandte einfache Apparat, für welchen Bell[2]) einen sehr zweckmässigen Mechanismus zum Heben und Senken des Kegels angegeben und an dessen Trichter Cochrane[3]) einen mit Chargirklappen versehenen Deckel angebracht hat, ist durch Jacobi[4]) in Kladno dadurch verbessert, dass der sonst nur zu senkende Conus mit seiner unteren Fläche gerade in die engere Oeffnung des Trichters passt (wie in Fig. 51), so dass er sich heben und senken lässt, was die Zugänglichkeit und ein beliebiges Chargiren nach der Seite und nach der Mitte zum Ofeninnern hin gestattet. Schon früher ist von Kerpely[5]) ein ähnlicher Apparat zum Aufgichten von rohem Brennmaterial nach der Mitte des Ofens hin vorgeschlagen. Unter dem beweglichen Kegel desselben befindet sich ein fester Cylinder. Wird der Conus bis auf den Cylinder gesenkt, so rollt das Erz nach der Peripherie, wird der Conus aus dem Trichter gehoben, so rutscht das aufgegebene Brennmaterial in den Cylinder hinein und somit nach der Mitte zu. Der Parry'sche Trichter kommt auch in Verbindung mit einem eingehängten Cylinder vor (Bochum, Hayange, Ars, Ottange, Pont à Mousson bei seitlicher Ableitung der Gase, zu Ars durch ein Centralrohr; Regulirung des Trichters zu Bochum mit schwer erstarrender Flüssigkeit).

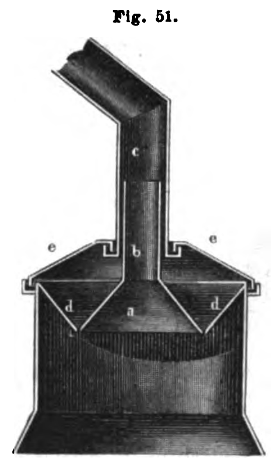
Fig. 50.



Centrale Gasfänge.

b. Centrale Gasentziehung, welcher wegen besserer Wirkung der Gase von Vielen der Vorzug gegeben wird. v. Hoff'scher Apparat (Fig. 51). *a* Hohlkegel mit Gasrohr *b*, welches sich beim Heben des ersteren im Rohre *c* teleskopartig schiebt. *d* Trichter, mit Glocke *e* überdeckt. Beim Chargiren wird die Glocke *e* gehoben, die Beschickung eingestürzt, die Glocke niedergelassen und der Kegel *a* gesenkt, wobei der Gasverlust auf ein Minimum herabgeht, der Apparat aber complicirter wird. (*e* bleibt häufig weg, z. B. Hörde[6]), Siegen[7]) u. s. w.). Pions' Apparat[8]), Lothringsche Eisenwerke bei Ars.

Fig. 51.

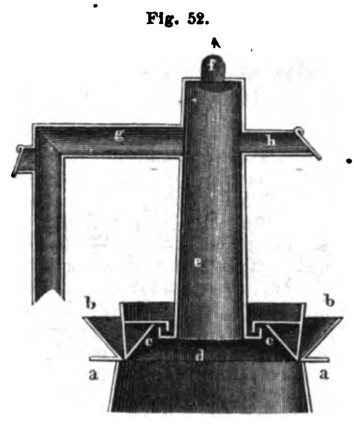


Langen's Glockenapparat (Fig. 52). *a* Gusseisenplatte mit aufgenietetem Trichter *b*; *d* mit angenieteter Blechgarnitur *c* versehene Glocke, welche sich mittelst Hebels um die Gasabführungsröhre *e* behuf des Chargirens in die Höhe ziehen lässt. *e* feststehendes Rohr. *f* Sicherheitsventil. *g* Gasabführungsrohr. *h* Sicherheitsrohr. Bei der Weite und Gestalt des Trichters und der nahe cylindrischen Form der Glocke gelangt die Beschickung nicht so scharf an die Peripherie des Ofens, wie beim Parry'schen Trichter, was behuf gleichmässigeren Niedergangs der Gichten von Einigen für zweckmässig erachtet wird. Der Glockenapparat gestattet den Zugang zur Beschickungsoberfläche, also ein passendes Vertheilen der Massen im Gegensatze zum Trichterapparat. Bei mässigen Gichtdurchmessern geben beide bessere

1) B. u. h. Ztg. 1859, S. 107; 1862, S. 245; 1864, S. 132, 258, 287; 1869, S. 277; 1870, S. 27. 2) B. u. h. Ztg. 1873, S. 125. 3) Kerpely, Fortschr. 7, 122. 4) B. u. h. Ztg. 1869, S. 277; 1870, S. 377; 1871, S. 284. 5) B. u. h. Ztg. 1868, S. 115. 6) B. u. h. Ztg. 1864, S. 132. 7) B. u. h. Ztg. 1868, S. 410. Kerpely, Ausst.-Ber. 1873, Taf. 4, Fig. 8. 8) B. u. h. Ztg. 1864, S. 287.

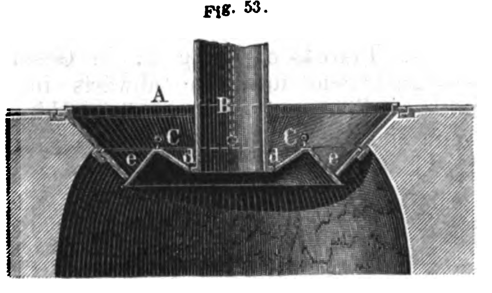
Resultate, als bei sehr grosser Gichtweite, indem der Eisenstein meist am Rande liegen bleibt und ein lockerer, zu Gasverlusten führender Kern bleibt.[1]) (Siegerland[2]), Oberschlesien[3]), Pirna, Ilsede, Ars). Modificationen: Vertheilungsschieber unterhalb des Trichters bei weiten Gichten[4]), seitliche Ableitung der Gase (Karcher und Westermann bei Ars, Königshütte in Oberschlesien), mit Chargiröffnungen versehener Deckel auf dem Trichter bei Cochrane's Apparat[5]). In Kladno verursachte der Langen'sche Apparat im Vergleich zum Jacobi'schen (S. 122) doppelte Kosten bei stärkerer Abnutzung. In Rheinland-Westphalen hat man Langen'sche Apparate bis zu 2.51 m. Gichtweite, bei weiteren Gichten Parry'sche Trichter, wohl mit der Hoff'schen Modification. Buderus[6]) erreicht bei einer Combination des v. Hoff'schen und Langen'schen Apparates durch abwechselndes Heben und Senken eines konischen Ringes unter oder über das Niveau der Langen'schen Glocke die Regelung der Beschickung im Ofen ganz nach Belieben.

Fig. 52.



Navay's Apparat für centrale Aufgichtung des Brennmaterials[7]) (Fig. 53). *A* Trichter. *B* fixes Gasableitungsrohr. *C* auf und ab zu bewegender konischer Hut. Verfahren beim Chargiren: Einstürzen von Brennmaterial in die ringförmige Vertiefung *d* des Hutes *C*, Senken des letzteren, wobei das Brennmaterial nach der Ofenmitte gelangt, Zurückziehen des Hutes in seine ursprüngliche Stellung, Füllen des Raumes *e* mit Beschickung und Senken des Hutes. (Rhonitz[8])). Gewährt gleichmässigen Ofengang, vortheilhafte Schmelzung und geringeren Kohlenverbrauch. Nach ähnlichem Princip ist Coingt's Aufgeber[9]) construirt, in England auf mehreren Hütten in Anwendung und von Levèque[10]) modificirt.

Fig. 53.



G. Vorrichtungen zur Fortleitung, Reinigung und Verbrennung der Gichtgase.

Fortleitung, Reinigung, Verbrennung der Gichtgase.

I. Fortleitung der abgefangenen Gichtgase. Je nachdem dieselben neben der Gicht oder auf der Hüttensohle (auf letzterer bei beengtem Gichtraum oder behuf Ersparung an Gebläsekraft[11]) bei Benutzung der Gase zur Windheizung) zur Anwendung kommen sollen, müssen sie verschiedene Widerstände überwinden und im letzteren Fall mittelst einer Esse oder eines Ventilators nach unten gesogen werden (S. 117), mit der Vorsicht, dass sich keine Luft mit den Gasen mischt und explosive Gemenge[12]) entstehen. Hierbei spielen namentlich die Einrichtung des Gasfanges (selbstthätiges

Leitung.

1) Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1868, S. 765. 2) B. u. h. Ztg. 1865, S. 395; 1868, S. 409; 1869, S. 277; 1872, S. 337. Kerpely, Eisen auf d. Wien. Ausst. 1873, Taf. 4, Fig. 8. Knut-Styffe, Ber. über die Fortschritte des Eisenhüttenwesens, deutsch von Tunner 1868, Taf. I. 3) Berggeist 1869, S. 303. 4) B. u. h. Ztg. 1867, S. 362. 5) B. u. h. Ztg. 1861, S. 407; 1862, S. 264. 6) Ztschr. d. Ver. deutsch. Ingen. 18, 670 (Abbild.). 7) Kerpely, c. l. S. 42. Eng. and min. Journ. New-York 1874, Vol. 17, No. 8. 8) Kerpely, Ausst.-Ber. 1873, S. 42. 9) B. u. h. Ztg. 1857, S. 350; 1864, S. 258, 287, 288; 1865, S. 244. Preuss. Ztschr. 14, 307. 10) Dingl. J. 184, 536. 11) B. u. h. Ztg. 1860, S. 131. 12) B. u. h. Ztg. 1860, S. 149.

Schliessen der Gasabführungsröhre beim Chargiren, z. B. bei den Apparaten von Turley und Langen) und die Geschwindigkeit der Gase (S. 120) eine Hauptrolle; unter allen Umständen empfehlen sich Sicherheitsventile und dichte hinreichend weite Röhren von 1.5—1.8 m. (S. 120). Ein Bestreichen der Röhren mit Seifenwasser lässt Undichtigkeiten erkennen.

Auf englischen Hütten[1]) liegen die mit Mannlöchern zum Reinigen, mit Sicherheitsventilen und mit scheibenförmigen Compensatoren zur Hervorbringung der nöthigen Beweglichkeit bei eintretender Verlängerung oder Verkürzung versehenen Röhren über Tage und mehrere derselben münden in ein 0.95—1.57 m. weites Hauptrohr; selten finden sich unterirdische Gasleitungscanäle von etwa 2.5 m. Höhe und 2.2 m. Weite.

Rinman[2]) hat den Druck berechnet, um 300° warme Gase 1 m. tief hinabzuleiten, ausgehend von der Thatsache, dass Hohofengase an den Abzugsstellen gewöhnlich 0.97—0.98 spec. Gewicht besitzen. Während 1 cbm. Luft bei 0° und mittlerem Druck an 1300 g. wiegt, so wiegt 1 cbm. Gas von 300° nur 600 g. Bei Anlage von Gasleitungen empfiehlt sich's, die heissen Gase zur Abkühlung erst nach oben, dann die abgekühlten Gase nach unten zu führen.

Reinigung

II. Reinigungsvorrichtungen. Um die durch Wasserdämpfe, Theer, mechanisch mit fortgerissene Beschickungs- und Brennmaterialtheile, Metalldämpfe u. s. w. (Gichtstaub, Gichtrauch, Gichtsand) verunreinigten Gichtgase in ihrem Heizeffect zu steigern, bedürfen dieselben einer Reinigung, und zwar wendet man an:

Trockenreiniger.

1. Trockenreiniger, in Gestalt von Thürmen[3]) oder von erst ansteigend und dann abwärts in sogenannte Staubsäcke geleiteten Röhren. Auch genügen hinreichend weite Röhren allein, wenn sich die Gase darin mit einer Geschwindigkeit von nicht über 8—11 m. pro Sec. bewegen.

Staubsäcke (Fig. 54). *a* etwa 2.5 m. langer und 1.26 m. hoher Kasten mit Scheidewand *b*, um welche die Gase circuliren. Oder die in *a* (Fig. 55) herabsteigenden Gase passiren eine Querröhre *b*, um in *c* wieder aufzusteigen. *d* durch Gegengewichte geschlossene Reinigungsklappen. Auf den Lothringer Eisenwerken bei Ars führt die stehende Gasableitungsröhre in einen weiten horizontalen Cylinder, aus welchem die Gase durch ein fast durch den ganzen Cylinder hindurchgehendes Horizontalrohr entweichen. Der Staub fällt durch ein Verticalrohr im Cylinder in einen Wasserkasten. Auch lässt man denselben wohl nach Oeffnung der Verschlussklappe in einen Wagen fallen (Hayange). Zu Esch in Luxemburg steigen die Gase in einer Röhre herab, lassen in deren Untertheil den Staub fallen und ziehen durch ein ansteigendes Rohr aus der Mitte empor in eine stehende Röhre, in dieser nach unten. Ein Theergehalt[4]) der Gase kann Trockenreiniger verschmieren.

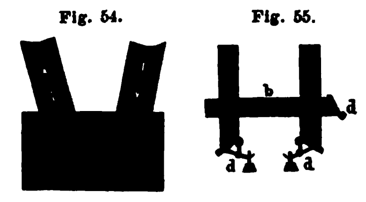


Fig. 54. Fig. 55.

Nassreiniger.

2. Waschvorrichtungen. Dieselben sind wirksamer als Trockenreiniger, liefern aber abgekühltere Gase. Diese geben indes beim Verbrennen höhere Temperaturen, als mit Wasserdampf geschwängerte, und lassen sich in Regeneratoren wieder erhitzen, wenn sie zur Erzeugung hoher Temperaturen, z. B. zum Puddeln verwandt werden sollen (Langlade's Verfahren). Es sind neuerdings mehrfach

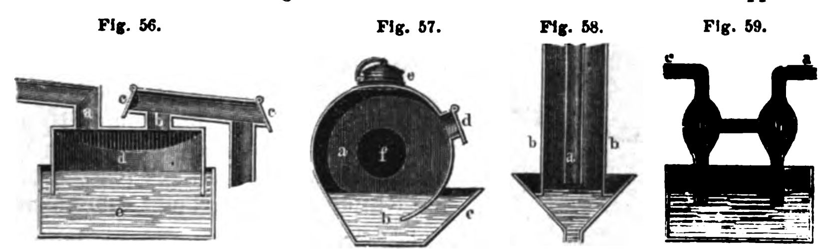
1) Preuss. Ztschr. 14, 307. 2) B. u. h. Ztg. 1873, S. 113; 1874, S. 136. 3) B. u. h. Ztg. 1866, S. 138. Kerpely, Eisenhüttenwesen in Ungarn S. 182. 4) Kerpely, Eisenhüttenwesen in Ungarn S. 182.

Wasserkasten durch Trockenschläuche ersetzt. Man leitet die Gase seltener durch Wasser (Condensatoren von Lundin, Langlade, Vaughan), als nur über Wasser, weil in ersterem Falle die veränderten Druckverhältnisse eine besondere Saugvorrichtung (Esse u. s. w.) erfordern. Je nach der zu Gebote stehenden Räumlichkeit, der Gasmenge u. s. w. kommen in Anwendung:

Liegende Apparate.

a. Liegende Waschapparate. Steyerischer Apparat[1]) (Fig. 56). *a* Gaszu- und *b* Gasabführungsröhre von 328 mm. Weite mit Sicherheitsklappen *c*.

Fig. 56. Fig. 57. Fig. 58. Fig. 59.



d Glocke von 1.49 m. Länge und 0.52 m. Höhe, 0.55 m. tief in den Wasserkasten *e* eintauchend. Durch den Zwischenraum zwischen beiden wird der Schlamm ausgezogen. — In Rhonitz[2]) befinden sich zwischen Gicht und als Trockenreiniger dienendem Thurm Waschkästen mit Wasserverschluss und auf- und absteigenden Fächern. — Horowitzer Waschkästen[3]) haben 7.5 m Länge und 1.1 m. Breite. — Lothring'scher Schneckenröhren- oder S-Apparat[4]) (Fig. 57). *a* Blechcylinder, etwa 8 m. lang und 1.5 m. weit, bei *b* offen und mit aufgebogenem Rande *c* zur Aufnahme von Wasser. *d* und *e* Mannlöcher und als Sicherheitsventile wirkend. *f* Eintrittsrohr für die Gase, welche den ganzen Cylinder durchstreichen und am anderen Ende austreten. Diese Apparate lassen ein bequemes Ausziehen des Schlammes zu und das Wasser dient als Sicherheitsventil.

Stehende Apparate

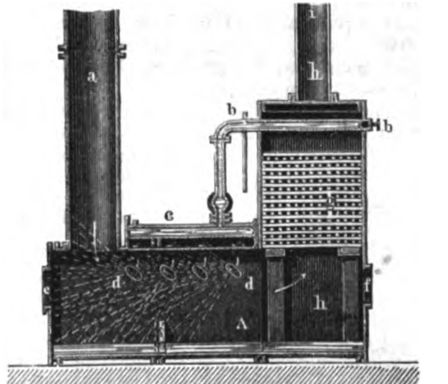
b. Stehende Waschapparate. Langen's Apparat (Fig. 58). *a* und *b* concentrische Eisenblechröhren, in deren mittlerer, nicht ganz bis zum Wasserniveau reichender das Gas herab und in *b* aufsteigt.

Steyerischer Apparat (Fig. 59). *a* Gaseintritt. *b* Erweiterungen. *c* Gasaustritt.

Condensatoren.

c. Condensatoren, in welchen die Gase mit Wasser in innige Berührung gebracht und dann, von Wasserdämpfen befreit, wohl in Regenerativöfen erhitzt werden.

Fig. 60.

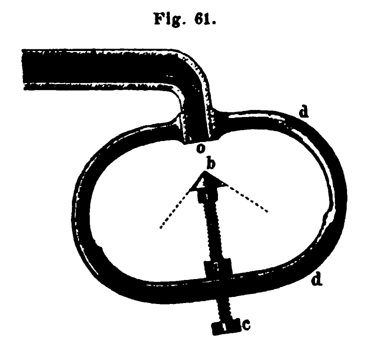


Lundin's Condensator[5]) (Fig. 60, 61). *A* Condensator, durch dessen Decke aus der Röhre *c* und den Röhren *o* Wasser mit Heftigkeit gegen in einem Ring *d* mittelst Schraube *c* verstellbare Metallspitzen *b* (Fig. 61) tritt. *a* Rohr zur Zuleitung der Gase, welche durch *h* und durch aus *bb* mit Wasser benetztes Eisengitterwerk *g* nach *h* ziehen. *e* und *f* Reinigungsöffnungen. — Kerpely[6]) saugt die Gase mittelst Ventilators durch einen mit rotirender Kugelbrause versehenen Kasten und durch drei über einander befindliche Siebe; Langlade[7]) führt die

1) B. u. h. Ztg. 1860, S. 148. Rittinger's Erfahr. 1858, S. 31. 2) Kerpely, Eisenhüttenwesen in Ungarn S. 182. 3) B. u. h. Ztg. 1873, S. 38. 4) B. u. h. Ztg. 1868, S. 409, Schönfelder, Baul. Anlagen 1. Jahrg., 2. Lief., Taf. 11. 5) Kerl, Grundr. d. allgem. Hüttenkunde, S. 129. B. u. h. Ztg. 1870, S. 146. 6) B. u. h. Ztg. 1868, S. 114. 7) B. u. h. Ztg. 1873, S. 196.

Gichtgase über eine Wasserfläche in einem Blechkasten, dann durch ein verticales Rohr mit Wasserregen, welcher in einem Kasten auf ein Brett aufschlägt, worauf die Gase nach aufwärts durch ein benetztes Gitterwerk von Eisenplatten zu den Regeneratoren ziehen. — Fahluner Condensatoren[1]) bestehen aus mit Wasser umgebenen, von den Gasen durchzogenen Röhren.

Fig. 61.



In Leitungsröhren verdichtetes Wasser[2]) kann man dadurch ableiten, dass man an einer passenden Stelle ein verticales Rohr anbringt, welchem sich ein engeres aufsteigendes und zuletzt wieder nach unten sich krümmendes Rohr anschliesst. Ist in dem weiteren Rohre eine 10 mm. hohe Oelschicht vorhanden, die den Verschluss bildet, so sinkt das Wasser durch diese hindurch und gelangt zum Ausfluss.

Gasverbrennung. Vorsichtsmassregeln.

III. Gasverbrennungsvorrichtungen. Zur Vermeidung von Explosionen dürfen sich im Verbrennungsraum Gase nicht ansammeln und mit Luft mischen, sondern dieselben müssen gleich beim Eintritt entzündet werden, am zweckmässigsten, indem man sie über einen mit glühendem Brennmaterial versehenen Rost (Hilfsfeuerung) leitet, bei dessen Durchstreichen die Verbrennungsluft sich gleichzeitig erwärmt. Auch wird häufig Luft seitlich beim Austritt des Gases eingeführt. Beim Stillstande des Gebläses muss eine rechtzeitige Absperrung der Gasleitung und auch ein Abschluss der Düsen erfolgen (s. später Explosionen).

Zu erzielende Temperaturen.

Je nachdem man die Gase mehr oder weniger innig mit Luft mischt und diese kalt oder erhitzt ist, geben sie verschieden hohe Temperaturen.

Die höchsten Temperaturen erfolgen beim Einblasen heisser Gebläseluft in einzelnen Strahlen oder durch einen Schnabel in den Gasstrom, werden aber aus bereits angeführten Gründen (S. 117) nur seltener erzeugt (früher zum Puddeln, jetzt z. B. beim Westman'schen Eisenerzröstofen S. 81). Man begnügt sich meist damit niedrigere Temperaturen bei Zuführung kalter Zugluft hervorzubringen. Nach Grossley[3]) braucht man etwas weniger als 1 Theil Luft auf 3 Theile Gas. Bei einem schwedischen Hohofen[4]) brauchte man für einen Westman'schen Röstofen 33 Proc. und für einen Winderhitzungsapparat 28 Proc. der Hohofengase, sodass 6 Proc. aus der Gicht u. s. w. entwichen.

Ort der Verbrennung.

Die Verbrennung der Gase kann geschehen:

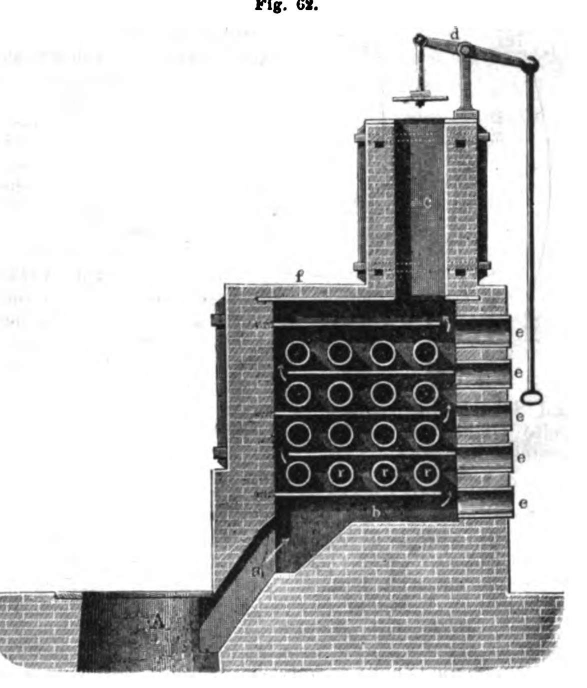
1. Im Apparate selbst, das einfachste und am häufigsten angewandte Verfahren bei mehr oder weniger inniger Mischung mit Luft.

Wasseralfinger Winderhitzungsapparat (Fig. 62). *A* Eisenhohofen. *a* Canal zur Abführung der Gase in den Heizraum *b f*, durch dessen Hinterseite durch Canäle *e* Luft eintritt. *c* Esse mit Klappe *d*. *r* Windröhren. — Zu Chisnovoda[5]) in Ungarn treten die Gase durch einen Canal unter den Apparat, strömen durch Schlitze aufwärts durch denselben und dann noch unter Dampfkessel. — Eine intensivere Hitze entsteht, wenn mitten in den Gasstrom Luft, seltener umgekehrt eintritt[6]) (Fig. 63. *a* Gasrohr. *b* Luftzuführungsrohr. *c* Hilfsfeuerung.) oder das Gas aus von Luft umgebenen Düsen ausströmt[7]), oder, wie am häufig-

1) B. u. h. Ztg. 1875, S 17. 2) Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 18, 563. 3) B. u. h. Ztg. 1868, S. 43. 4) B. u. h. Ztg. 1874, S. 136. 5) Kerpely, Eisenhüttenwesen in Ungarn S. 139, Taf. 3, Fig. 22. 6) Zeichnungen der Hütte 1861, Taf. 15 1. 7) B. u. h. Ztg. 1866, S. 138.

sten, wenn zwei Gasströme an beiden Seiten des Hilfsrostes durch verticale oblonge schmale Schlitze treten, die Luft aber in der Mitte durch stellbare Oeffnungen der Thür strömt. Weniger vollkommen ist die Verbrennung beim horizontalen Ausströmen des Gases durch einen schnabelartigen Schlitz über eine Hilfsfeuerung hin.

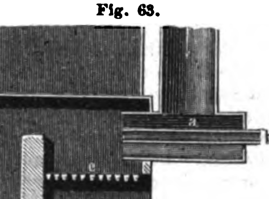
Fig. 62.



Verbrennungskammer.

2. In einer Vor- oder Verbrennungskammer, um die Stichflamme von Eisentheilen, z. B. den Röhren der Winderhitzungsapparate[1]) abzuhalten, wogegen aber die Gascanäle sehr leiden, deshalb seltener bei Eisenerzröstöfen angewandt. Zur besten Wärmeausnutzung eignet sich dieses Verfahren (S. 117) besonders f. Dampfkesselheizung.[2])

Fig. 63.

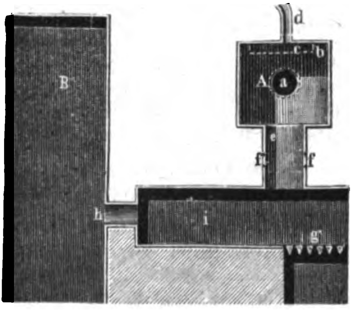


(Fig. 64.) *A* eiserner Kasten, in welchen durch *a* die Gase eintreten. *c* Raum, durch die durchlöcherte Scheidewand *b* abgegrenzt, in welchen aus *d* heisse Luft tritt. *e* gemauerter Canal mit Luftzuführungsöffnungen *f*. *g* Hilfsfeuerung, über welcher sich die Gase entzünden. *i* Hauptcanal, aus welchem die heissen Verbrennungsproducte durch mehrere Canäle *h* in den zu heizenden Raum *B* gelangen.

Innengestalt.

27. Innere Ofengestalt und Beziehungen zwischen den einzelnen Ofentheilen.[3]) Die den chemischen Vorgängen, einem regelmässigen Niedergehen der Schmelzmaterialien, sowie einer grossen Schachtcapicität entsprechendste Form ist diejenige einer dem Cylinder sich nähernden Tonne (F. 65, Gartsherrie) oder eines Cylinders.

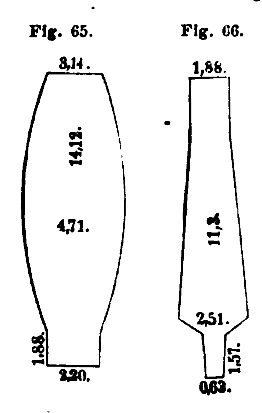
Fig. 64.



Bei ersterer herrscht im zusammengezogenen unteren Theile die grösste, zum Schmelzen von Roheisen und Schlacke erforderliche Hitze, welche sich den aufsteigenden Gasen mittheilt und beim Ausbreiten derselben in

1) Schönfelder, Baul. Anlagen, 3. Jahrg., Taf. 3, Fig. 2—4. Preuss. Ztschr. 14, 308. Zeichn. d. Hütte 1867. 2) B. u. h. Ztg. 1874, S. 228; 1875, S. 14. 3) B. u. h. Ztg. 1862, S. 339. v. Hingenau, Hohofendimensionen, Wien 1872.

dem mittleren weiteren Ofentheil sich so weit vermindert, dass nicht schon ein Schmelzen der noch nicht gehörig vorbereiteten Erze stattfindet, wohl aber eine Kohlung und höher hinauf eine Reduction möglich ist. Letztere wird im oberen Ofentheile neben Austreibung flüchtiger Substanzen u. s. w. vollendet und der abgekühlte Gasstrom durch Zusammenziehen des Schachtes nach oben auf einen geringeren Querschnitt beschränkt. Eine verengte Gicht trägt zur Auflockerung der Schmelzmaterialien bei und die Verengerung nach unten entspricht auch dem sich immer mehr verringernden Volumen derselben. Oefen mit scharf vorspringenden Kanten und plötzlichen Querschnittsveränderungen, wie sie früher (Oberharz, Böhmen u. s. w.) üblich waren und eine bei den tonnenförmigen Oefen verschwindende deutliche Markirung von Gestell, Rast und Schachtraum zuliessen (Fig. 66), gestatten kein regelmässiges Niedergehen der Schmelzmassen; es entsteht leicht ein Kippen der Gichten und ein träger Kohlenmantel, welcher ohne Wirkung den nutzbaren Raum des Ofens beschränkt. Man ist von der ängstlichen Einhaltung gewisser Rastwinkel, Gestell- und Schachtdimensionen immer mehr abgekommen. Neuere Oefen haben meist weite Gicht, weiten hoch gelegenen Kohlensack und verhältnissmässig enges Gestell.



Gichtweite.

Sehr enge und sehr weite Gichten [1]) sind in den meisten Fällen unvortheilhaft.

Sehr enge Gichten (z. B. bei einem Verhältniss zwischen Gicht- und Kohlensackweite wie 1 : 2.5 und mehr) begünstigen durch zu starke Ausbreitung der Schmelzmassen deren unregelmässigen Niedergang (Vorrollen der Erze, Kippen der Gichten, Erzeugung eines todten Kohlenmantels, indem die schweren Eisensteine das Brennmaterial zur Seite drängen) und in Folge dessen Rohgang; die Pressung der Gase wird zu hoch und influirt schädlich auf die Verbrennung vor der Form und die Gichtgase entweichen, ohne ihre Wärme abzugeben, mit zu grosser Geschwindigkeit. Nur bei mulmigen, kleinen Erzen wendet man der nöthigen Auflockerung wegen engere Gichten an. Sehr weite Gichten, wie sie in russischen Holzkohlenöfen [2]) (von 1.8—2.75 m. Durchmesser), in den nach oben sich erweiternden Oefen von Truran [3]) und Raschette (S. 106) vorkommen, erschweren ein gleichmässiges [4]) Chargiren, erfordern zu grosse Chargen, welche auf den Ofengang unvortheilhaft influiren, und die Temperatur der Gase kann zu sehr zurückgehen. Während nach oben erweiterte Oefen nur bei trockenen und keine bedeutende Vorbereitung erfordernden Erzen, z. B. gerösteten Spatheisensteinen, oder bei schwerreducirbaren Erzen (z. B. Magneteisensteinen) nur in höheren Oefen zulässig sind, so ist eine Cylinderform des oberen Theils der Oefen auf einzelnen Hütten wegen sehr regelmässigen Niederganges der Beschickungssäule für vortheilhaft befunden (Georg-Marienhütte [5]), England) und ist sie anzustreben bei sehr reichlicher Gasentwicklung, also bei Anwendung von rohen Brennmaterialien (S. 86), kohlensäurereichen Erzen und Zuschlägen, damit eine gleichmässige Spannung und Geschwindigkeit der Gase eintritt. Um bei sehr weiten Oefen die Vortheile der Cylinderform auszunutzen, empfiehlt Trosca [6]), den Ofenschacht bis einige Fuss unter der Gicht ganz oder nahezu cylindrisch auszuführen und denselben dann oben bis auf einen zum Chargiren bequemen Querschnitt zu verengen.

Beziehungen zwischen Gestell-, Kohlensack- u. Gichtweite.

Die Querschnittsgrösse des Gestelles im Formniveau ist, ausser für die Qualität des Eisens (Grau- oder Weisseisen), massgebend für die Grösse der Production, da mit dessen Erweiterung die in einer gewissen Zeiteinheit zugeführte Windmenge, das Brenn-

1) B. u. h. Ztg. 1856, S. 143, 396; 1858, S. 210; 1861, S. 271, 400; 1863, S. 353; 1869, S. 277. Oest. Jahrb. 9, 306. Kerl, Met. 3, 254. 2) Tunner, Montan-Industr. Russlands S. 103, 118. 3) B. u. h. Ztg. 1857, S. 6, 220; 1862, S. 87. 4) B. u. h. Ztg. 1874, S. 62. 5) Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 14, 319. Kerpely, Ausst.-Ber. S. 41. 6) Trosca, die Hohofendimensionen, Weimar 1867. Kerpely, Fortschr. 5, 96.

materialquantum und die Masse des durchzusetzenden Schmelzgutes zunimmt. Von der zulässigen Maximalgrösse wird S. 132 die Rede sein. Das Verhältniss der Gestell- zur Kohlensack- und Gichtweite hängt im Wesentlichen von der Reducirbarkeit der Erze, welche sich durch Vorbereitungsarbeiten nicht immer begünstigen lässt, und in zweiter Linie von der Schmelzbarkeit der Schlacke ab, welche indes durch Zuschläge zu reguliren ist. Das angewandte Brennmaterial ist nicht ohne Einfluss.

Leichtreducirbare und leichtschmelzige, manganreiche, Weisseisen gebende Erze lassen der Cylinderform oder zwei auf einander gesetzten abgestumpften Kegeln (Fig. 67, Steyerischer Blauofen) sich nähernde Oefen mit weiter Gicht und weitem Gestell zu, während man früher dafür meist enge Gichten wählte[1]); schwerreducirbare und strengflüssige Erze (z. B. quarzige und dichte Rotheisensteine), welche auf Graueisen gehen, erfordern engere Gicht und engeres Gestell; leichtreducir- und schwerschmelzbare (an Thonerde reiche manganfreie Brauneisensteine) weite Gicht und enges Gestell; schwerreducirbare und leichtschmelzige Erze (Eisensilicate, manganhaltige dichte Magneteisensteine) engere Gicht und weites Gestell. Cokes gestatten weitere Gestelle als Holzkohlen, indem letztere wegen minderer Dichtigkeit geringere Windpressung erfordern und gebildete Kohlensäure unter Wärmeabsorption rascher in Kohlenoxyd verwandelt wird, weshalb zur Concentration der Wärme das Gestell enger zusammen gezogen werden muss. Dementsprechend sind bei minderer Ofenhöhe und kleinerem Reductionsraum auch die andern Querdimensionen mehr zu verringern, als bei Cokesöfen. Steinkohlen erfordern einen erweiterten Vorbereitungsraum (S. 88). Erzeinfluss. Brennstoffeinfluss.

Fig. 67.

1.11. 7.74. 2.83. 4.33. 1.11.

Die neuerdings in Anwendung gekommenen hohen Windtemperaturen bis zu 800° C. haben eine Erweiterung des Gestelles und eine Verengerung des Kohlensackes, somit ein Verschwinden der Rast veranlasst. Die grössten Querdimensionen sind für Gestell 3.14, Kohlensack 9.41 und Gicht 6.28 m. Windtemperatureinfluss.

Mit der Höhe der Oefen steigt die Wärmeausnutzung und die reducirende Wirkung; derselben wird aber durch die Qualität des zu erblasenden Roheisens, die grössere oder geringere Festigkeit des Brennmaterials, den Aggregatzustand, die Zerreiblichkeit und Korngrösse der Erze eine Grenze gesetzt. Schwerreducirbare Erze erfordern höhere Oefen; so gab z. B. im Ural ein mit Magneteisenstein gespeister Hohofen von 15.69 m. Höhe bei derselben Menge Brennmaterial 3—4 Proc. Roheisen mehr, als ein 12.55 m. hoher. Ofenhöhe.

Höhe der Holzkohlenöfen ausnahmsweise unter 6 m. (S. 92), meist 7—10, zuweilen bis 18 m. (Böhmen 7—13 m., Russland bis 16 m., Vordernberg und Trofaiach 16—18.8 m.). — Cokeshohöfen, ältere 14.5—16.5, neuere 17.5—22, selbst bis 30 m. und mehr (in Deutschland, Belgien, Frankreich, Schottland, Wales und Mittelengland gewöhnlich 15—18 m., Schwechat 18.8, Geisweid 21 m., Ferryhill in Nordengland 32 m., mittlere Höhe für die Luxemburger Minetteöfen bei Saarbrücker Cokes 18.5 m., zu Hayange 15.5, 18.5 und 20 m.). — Anthracitöfen sind, je nachdem der Anthracit in der Hitze zum Zerspringen geneigter ist oder nicht (S. 88), niedriger oder höher (in Südwales 8—13, in Nordamerika bis 22 m.); pennsylvanische Oefen[2]), in denen sich beim Verschmelzen von abdestillirtem Franklinit und Rothzinkerz viel zinkische Ofenbrüche bilden, sind nur 6.5 m. hoch.

Durch Vergrösserung des Ofenvolumens bei entsprechender Steigerung der Windmenge ist man neuerdings zu bedeutender Brenn- Ofencapacität.

1) Oest. Jahrb. 1860, S. 151. Schmalkaldener Holzkohlenblauofen in Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. Bd. 18, Taf. 20. 2) B. u. h. Ztg. 1870, S. 82.

materialersparung bei vermehrter Production und verbesserter Eisenqualität gelangt, welch erstere beiden durch Anwendung stark erhitzten Windes (auf 600—800°) auch begünstigt werden.

Das Maximum der Ofencapacität, über welches hinaus eine Brennstoffersparung nicht mehr eintritt, geben Siemens und Samuelsen[1]) zu 495 cbm. an und auch nach Bell[2]) liefert ein 25.1 m. hoher Ofen von 371—495 cbm. Inhalt alle ökonomischen Resultate, die mit der Ofengrösse zu erreichen sind, indem namentlich die Production mit weiter zunehmendem Volumen nicht Schritt hält. Beispiele für noch geräumigere Oefen sind: Clevelander Oefen[3]) von 10.66 m. Höhe, 4.88 m. Kohlensackweite und 198 cbm. Inhalt erforderten auf 100 kg. Roheisen 151 kg. Cokes, bei 23.16 m. Höhe, 7.01 m. Weite und 566 cbm. Inhalt nur 135.8 kg. Cokes, welches Quantum bei noch weiterer Vergrösserung sich wesentlich vermindern lassen soll. Seit 1870 erbaute Clevelandöfen haben bis 26 m. Höhe bei 1000 cbm. Inhalt. Nach Tunner[4]) braucht man bei 32—34 procentiger Beschickung in einem Ofen von 32.32 m. Höhe, 1020 cbm. Inhalt, 55000 kg. täglicher Production und 450° Windtemperatur 85 Thle. Cokes auf 100 Thle. graues Roheisen. Meyer[5]) hat zu Karlshütten und Neuhütten in Böhmen statt eines grösseren Ofens 4 kleinere von 8.5 m. Höhe in einen gemeinsamen Ofenstock gelegt bei 50,000 kg. Wochenproduction an Graueisen.

Einfluss der Erhöhung und Erweiterung.

Bei derselben Ofencapacität hat weniger die Erhöhung des Ofens als die Erweiterung[6]) des Schachtes zur Brennstoffersparung und Steigerung der Production beigetragen, indem ein hoher und enger Schacht mehr Wärmeverlust erleidet, als ein niedrigerer und weiterer. Mit der Erhöhung der Oefen steigert sich die Geschwindigkeit der ausziehenden Gase und des Gichtenniederganges, die Baukosten und die Kosten für ein höheres Emporschaffen der Schmelzmaterialen, Unregelmässigkeiten im Ofengange lassen sich schwieriger beseitigen, es bedarf einer höheren Windpressung und mulmige Erze sind schwieriger zu verschmelzen.

Es lieferte ein Ofen von 30.6 m Höhe und 5.2 m Weite unregelmässigere Resultate, als ein solcher von 21.6 m. Höhe und 6.4 m. Weite.[7]) — Die Productionen einiger Hüttenwerke sind folgende: Von Holzkohlenöfen[8]) haben die geringsten Productionen diejenigen Böhmens, Mährens, Schlesiens, Nassaus, Westphalens, der Lausitz, des Harzes, Baierns, Würtembergs, Sachsens u. s. w., nämlich in 24 St. 1600—10,000, gewöhnlich nicht über 5000 kg.; russische Oefen 15,000—25,000 kg., kleinere Oefen Steyermarks, Kärnthens, Oberungarns und Schwedens 10,000—15,000 kg.; Friedauwerk in Steyermark 35,000—40,000 kg., Trofaiach ebend. 20,000—30,000 kg. Cokeshohöfen[9]): beim Erblasen von Puddeleisen 19 m. hoch, 5.74 m. weit im Kohlensack, 2.26 m. im Gestell, 50,000 kg. Prod., Oesterreich 12,500—15,000 kg. (Böhmen) bis 50,000-60,000 kg. (Schwechat und Ostrau), Oberschlesien 20,000—35,000 kg. (Oefen zu Gleiwitz[10]) im Jahre 1799 hoch 11.18 m. bei 40.31 cbm. Fassungsraum, 2 Formen und 2500 kg. Production, jetzt 13.4 m. hoch bei 220.7 cbm. Capacität, 8 Formen und 35,700 kg. Production; zu Königshütte Vergrösserung der Capacität von 46.98 auf 231.6 cbm., der Formen von 2 auf 8, der Production von 4000 auf 35,700 kg), Rheinland-Westphalen 25,000—35,000—50,000 kg (Steele z. B. 50,000 kg.), Nordengland, Minettedistricte Luxemburgs, sowie Ilsede 60,000—70,000—90,000 kg. (z. B. Stockton 66,000, Middlesborough 57,000—75,000 kg.; Ilsede 85,000 kg. bei 16.22 m Höhe, 5.26 m. Weite im Kohlensack, 4.37 m. Weite an der Gicht, 216 cbm. Inhalt, 6 Formen, 300° C. Windtemperatur; Luxemburg[11]): Metz et Co. in Esch 90,000

1) B. u. h. Ztg. 1870, S. 399. 2) B. u. h. Ztg. 1873, S. 398. 3) B. u. h. Ztg. 1867, S. 296; 1868, S. 42; 1871, S. 236; 1872, S. 184, 355. 440; 1873, S. 355. Kerpely, Fortschr. 7, 1. Kärnthn. Ztschr. 1874, S. 72. Iron and Steel Inst. 1871, No. 4, p. 224. Bell-Tunner, Entwicklung und Verwendung der Wärme in Eisenhohöfen 1870, S. 653. Gruner, Etudes sur les hauts-fourneaux 1873, p. 6. 4) B. u. h. Ztg. 1872, S. 175. 5) Oest. Ztschr. 1862, No. 44; Schauenstein's Denkbuch des öst. Berg- und Hüttenwesens 1873, S. 189. 6) B. u. h. Ztg. 1868, S. 41. 7) B. u. h. Ztg. 1868, S. 221; 1870, S. 41. 8) Preuss. Ztschr. 19, 82. 9) Preuss. Ztschr. 19, 76. Kärnthn. Ztschr. 1874, S. 172. 10) Preuss. Ztschr. 22, 253. 11) B. u. h. Ztg. 1874, S. 294.

kg., Brasseur et Co. 108,700 kg. bei 700° Windtemperatur); Pittsburg in Pennsylvanien: 30,000—40,000 kg.

Normalhohöfen.

Man hat versucht Normalhohöfen zu construiren und Formeln aufzustellen, nach welchen sich Form und Dimensionen von Oefen, die in Bezug auf Brennstoffausnutzung und Roheisenqualität die günstigsten Resultate liefern sollen, ergeben. Obgleich die Resultate solcher theoretischen Versuche in manchen Fällen der Praxis genügen, so bedürfen sie doch meist, da nicht alle influirenden Factoren in Rücksicht gezogen werden können, je nach Lokalumständen einer der Erfahrung entsprechenden Correction.

Derartige Vorschriften und Formeln sind u. A. von französischen Metallurgen[1]), von Parry[2]), Mayrhofer[3]) und Lindauer[4]) aufgestellt. Die von Letzterem angenommenen Mittelwerthe entsprechen nicht immer der Wirklichkeit. Trosca (S. 128) empfiehlt für Holzkohlenöfen Rastwinkel von 50—55°, für Cokesöfen nicht unter 55° und eine möglichst cylindrische Schachtgestalt, Ledebur[5]) die Bestimmung des Gichtdurchmessers nach dem Quantum der entweichenden Gichtgase und die Regulirung des Kohlensackdurchmessers nach ersterem. Stahlschmidt[6]) sucht durch steile Stellung des Schachtes, sowie Beschränkung der Kohlensack- und Rastweiten (Fig 68, Cokesofen) die Entstehung eines trägen Kohlenmantels zu vermeiden und hat sich diese Construction unter Anderem zu Horzowitz[7]) bewährt.

Fig. 68.

Rast.

Die Rast[8]) ist in den Hohöfen mehr oder weniger deutlich ausgeprägt, bei schwerreducirbaren und strengflüssigen, auf Graueisen gehenden Erzen mehr als bei leichtflüssigen und leichtreducirbaren, indem die Rast den Niedergang der Gichten verlangsamt. Während man früher den Oefen häufig flache Rasten gab (Fig. 66), ist man neuerdings, wenn sie sich überall nicht in Schachtraum und Gestell verlaufen, zu steileren bis zu 65° und mehr übergegangen, welche ein gleichmässigeres und rascheres Niedergehen der Beschickungsmassen, ohne dass die Kohlen merklich nach der Seite gedrückt werden, gestatten. Das frühere ängstliche Einhalten bestimmter Rastwinkel hat man aufgegeben.

Fig. 69.

Trosca (siehe oben) empfiehlt für Holzkohlenöfen Rastwinkel von 50 – 55, für Cokesöfen nicht unter 55°. Amerikanische Oefen[9]) besitzen Rastwinkel von 65 - 70°; darüber hinaus verschlechterten sich die ökonomischen Resultate. Bei zu steilen Rasten pflanzt sich eine zu hohe Temperatur aus dem Gestell nach dem Schachtraum hin fort, in Folge dessen Schmelzung vor beendigter Reduction und Kohlung und eine reichlichere Aufnahme von Schwefel, Silicium und Phosphor im minder gekohlten Eisen stattfindet. Ledebur (S. 131) redet flachen Rasten für gewisse Fälle das Wort, namentlich wo es sich um Erzeugung von Giessereiroheisen aus schwerschmelziger Beschickung handelt. Zuweilen lässt man (Schweden, Steyermark, Rothehütte) sich die Rast in einen cylindrischen Kohlensack verlaufen[10]) (Fig. 69), welcher die Capacität des Schachtes vermehrt und die Einwirkung der Gase aufs Schmelzgut begünstigt.

1) B. u. h. Ztg. 1855, S. 228. 2) B. u. h. Ztg. 1859, S. 107. 3) B. u. h. Ztg. 1855, S. 229. 4) B. u. h. Ztg. 1855, S. 227, 242. 5) B. u. h. Ztg. 1868, S. 133. 6) B. u. h. Ztg. 1864, S. 389. 7) B. u. h. Ztg. 1873, S. 25. 8) Kerl, Met. 3, 257. 9) B. u h, Ztg. 1870, S. 81. 10) B. u. h. Ztg. 1860, S. 393. Oest. Jahrb. Bd. 10, S. 285, Taf. 7, Fig. 5, 8. Preuss. Ztschr. 19, 70.

Die Höhe der Rast oder die Rastcapacität muss um so grösser sein, je weniger leicht die Erze sich kohlen, z. B. in Folge einer dichtliegenden Beschickung. Den Kohlensack legt man um so tiefer, je leichtschmelziger und leicht reducirbarer die Erze sind, weil sich dann die Temperatur der aufsteigenden Gase um so früher erniedrigt. Fehlt bei Verarbeitung solcher Erze das eigentliche Gestell (Blauöfen Innerösterreichs, Fig. 67), so muss der Kohlensack höher liegen.

Kohlensack.

Gestell.

Von der zulässigen Weite[1]) der Gestelle gilt Nachstehendes:

Nach Tunner's Untersuchungen[2]) erstreckt sich der Verbrennungsraum von der Formmündung aus auf höchstens 0.47 m. und auf 0.157 m. Erstreckung befindet sich die heisseste Stelle, der Focus. Bei 1.883 m. Gestellweite wirkt der Wind nicht mehr gehörig durch. Demzufolge sind nach Gruner[3]) die Gestelle vieler englischer Oefen, welche 2.2—2.75 m. Durchmesser besitzen, zu weit und die französischen Oefen von 1.5—1.6 m. Weite entsprechender. Die schlankere Form der französischen Oefen bewirkt eine bessere Vertheilung der Gase und die Reduction findet in oberen Theilen ohne Verbrauch von festem Brennmaterial statt und wegen vorsichtigeren Chargirens wirken die Gase gleichförmiger. Nach Beitter[4]) ist bei Gestellen von 1.88 m. Durchmesser in der Axe ein kalter Kern von 0.314—0.628 m., je nach der Stärke der Windpressung, und ist jedenfalls die Gestellweite in den neueren englischen Monstreöfen zu gross. Trotzdem zeichnen sich diese Oefen durch eine überraschende Brennstofferspaiung und enorme Leistung aus (S. 130). Im Siegerland[5]) verwirft man neuerdings die grossen Hohofendimensionen und zieht bei weiter Gicht die Gestelle stark zusammen wegen verhältnissmässig geringer Festigkeit der Cokes und der ziemlich dicht liegenden Beschickung, während die leichte Reducirbarkeit der Erze eine grössere Ofencapacität nicht nöthig macht. Zu Franklin[6]) (Verein. Staaten) hat man neuerdings Oefen von 21 m. Höhe mit einem Durchmesser von 3.14 m. im Gestell, 7.2 m. im Kohlensack und 3 m. an der Gicht erbaut.

Enge und hohe Gestelle kommen bei schwerreducirbaren und strengflüssigen, auf graues Eisen oder manganreiches Weisseisen (Lüttich) gehenden Oefen zur Anwendung (Fig. 66), weite und niedrige für leichtreducirbare und leichtschmelzige, mögen sie auf weisses (Steyer'sche Blauöfen, Fig. 67) oder auf graues Eisen (z. B. Kohleneisensteine, Fig. 65) verschmolzen werden. Cokes verlangen im Allgemeinen, namentlich bei heissem Winde, weitere Gestelle als Holzkohlen, weil sie beim Verbrennen höhere Temperatur geben (S. 94) und auch höhere Gestelle, weil sie wegen grösserer Dichtigkeit minder leicht Kohlensäure in Kohlenoxyd umwandeln. Der das Obergestell an der Vorderseite bei Sumpföfen schliessende Tümpel (S. 111) liegt bei Holzkohlenöfen gewöhnlich mit seiner Unterkante im Formenniveau, bei älteren Cokeshohöfen 40—105, durchschnittlich 50 mm. darüber, um den Schlackenabfluss und das öfters erforderliche Ausräumen im Herd zu begünstigen (neuere Oefen mit geschlossener Brust haben eine Schlackenform); bei Anthracitöfen lässt man wohl die Asche unter dem Tümpel continuirlich durch eine 80—100 mm. hohe Oeffnung ausblasen.

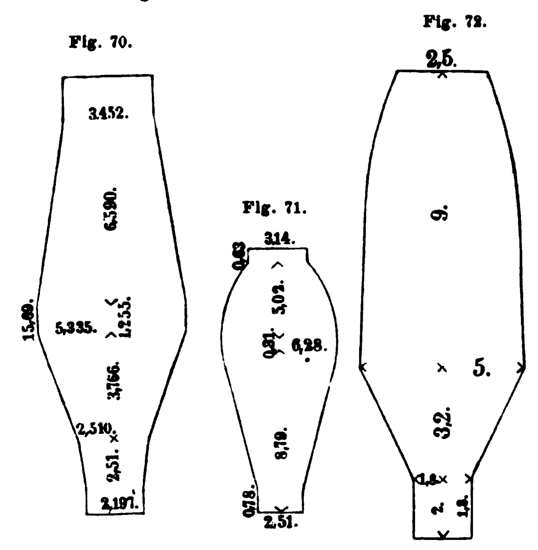
Tümpel.

Herd.

Der Herd (Eisenkasten, Untergestell) ist bei Oefen mit geschlossener Brust bis auf das Schienel (S. 113) oder den Eisen- und Schlackenabstich (S. 113) vorn ganz zugemacht (bei Blauöfen), bei

1) B. u. h. Ztg. 1870, S. 1. 2) B. u. h. Ztg. 1860, S. 208 (B. u. h. Ztg. 1870, S. 2). 3) B. u. h. Ztg. 1873, S. 163. 4) Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1868, S. 766. 5) B. u. h. Ztg. 1872, S. 336. 6) B. u. h. Ztg. 1874, S. 99.

Sumpföfen aber durch einen **Wallstein** geschlossen, welcher mit seiner Oberkante bei den zähflüssigen Schlacken der Holzkohlenöfen meist 40—70 mm. unter dem Formniveau, bei den dünnflüssigen Cokesofenschlacken aber 50—20 mm. über den Formen liegt.[1]) Um eine zu starke Abkühlung des Vorherdes zu vermeiden, wird der Wallstein soweit gegen den Tümpel vorgeschoben, dass nur dessen Aussenkante vor der Vorderkante des Tümpels hervorragt, wodurch eine Annäherung an Oefen mit geschlossener Brust erreicht wird (Schweden, Siegen).



Die absoluten Dimensionen[2]) variiren auf den einzelnen Hütten je nach der Grösse der Production, der Beschaffenheit der Schmelzmaterialien, der zu erzielenden Eisenqualität u. s. w. und werden Beispiele noch in §. 37 gegeben werden. **Absolute Dimensionen.**

Es mögen hier noch einige neuere Ofengestalten zur Erläuterung dienen. Fig. 70, Charlottenhütte im Siegen'schen; Fig. 71, Dowlais in Südwales; Fig. 72, Cleveland. **Beispiele.**

2. Capitel. Gebläse nebst Zubehör.

28. Gebläse. Beim Hohofenbetriebe verwendet man hauptsächlich:

I. Cylindergebläse[3]) und zwar seltener einseitig offene, einfachwirkende (Russland[4]), Schweden[5])), als doppelt wirkende. Letztere sind entweder stehende, liegende oder oscillirende Gebläse und werden seltener durch Wassermotoren (Wasserräder, Turbinen), als durch Dampfmaschinen bewegt. **Cylindergebläse.**

Die Menge der von Cylindergebläsen ein- und ausgeblasenen Luft (Windeffect) steht im Verhältniss von 4:3, Windpressung 65—785 mm Quecksilbersäule, letztere bei Bessemergebläsen. Man legt die Gebläsegebäude in England möglichst weit von den Hohöfen, um sie vor Staub zu schützen und um bei Vergrösserung der Hütte nicht beengt zu sein. Mit der Steigerung der Productionen in der Neuzeit haben auch die Gebläse bedeutend verstärkt werden müssen und

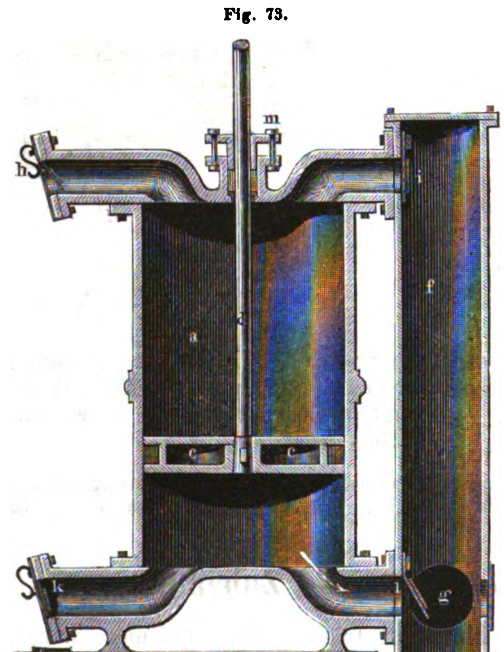
1) B. u. h. Ztg. 7, 745; 1862, S. 264. 2) v. Hingenau, die Hohofendimensionen als Grundlage des Eisenhohofenprocesses 1872. 3) Ueber Gebläse: in Kerl's Grundr. d. allgem. Hüttenkunde, S. 203. Kerl, Met. 1, 610. v. Hauer, die Hüttenwesens-Maschinen. Oest. Ztschr. 1873, No. 12. Kerpely, Fortschr. 8, 56. Jordan, Album du Cours de Métallurgie 1874, Taf. 31—36. 4) B. u. h. Ztg. 1857, S. 150; 1863, S. 221. Tunner, Eisenhüttenwesen in Schweden 1858, S. 32. 5) Tunner, Russlands Montan-Industr. 1871, S. 102.

zieht man im Allgemeinen langsamer gehende mit grossen Dimensionen kleineren schnell gehenden Maschinen (Schnellläufer) vor. Bei richtiger Construction, gutem Material, sorgfältiger Ausführung und Montirung, sowie aufmerksamer Wartung dürften die horizontalen Gebläse die zweckmässigsten sein. Die arbeitenden Theile macht man immer mehr aus Stahl.

Vergleichung stehender und liegender Gebläse.

A. Stehende Cylindergebläse. Der Cylinder steht mit seiner Axe vertikal, die Haupterstreckung des Apparates findet nach der Höhe statt, was eine kostspielige Fundamentirung erfordert, die Gewichte der Kolben, Kolben- und Schubstangen müssen beim Aufgange unter Umständen ausgeglichen werden und die Reibung ist im Allgemeinen geringer, als bei liegenden Gebläsen, deren Aufsicht und Wartung bei der nahen Lage der Maschinentheile am Boden leichter, deren Fundamentirung einfacher und deren schädlicher Raum meist geringer ist.

Fig. 73.



Einrichtung der steh. Gebl.

Die Einrichtung eines doppelt wirkenden Gebläses ist folgende (Fig. 73): *a* Cylinder mit Deckel und Boden und darin die Einströmungsventile *h* und *k* und die Ausströmungsventile *i*, welche letztere die durch den Kolben *c* — an der in der Stopfbüchse *m* gleitenden Kolbenstange *d* befestigt — comprimirte Luft in den Sammelkasten *f* und von da in die Windleitungsröhre *g* entlassen.

Durchmesser des Cylinders 0.941—3.766 [1]), durchschnittlich 1.255—2.197 m.; Wanddicke 20 mm. bei 0.94 m. Durchmesser und bis 40 mm. bei 1.57—1.88 m. Weite; Verhältniss zwischen Durchmesser und Höhe 1 : 1 wegen geringsten Cylinderumfanges bei Gebläsen von etwa 1.255 m. Durchmesser, grössere relative Höhe bei grösseren Gebläsen.[2]) Querschnitt des Cylinders $Q = \frac{4}{3}\frac{V}{v}(1 + 0.004\,t)$, worin V das auf 0° C. reducirte Luftvolum in cbm. pro Min., t Lufttemperatur, v Kolbengeschwindigkeit pro Min. in Met (pro Sec. 0.47—1.25 m. bei grossen Gebläsen). Kleinster Durchmesser der Kolbenstange bei 0.63, 0.94, 1.25 m. Kolbendurchmesser resp. 60, 65 und 72 mm. Verhältniss des Kolbenquerschnitts zum Saugventil bei langsamem, mittlerem und raschem Gange resp. 15—12 : 1, 10—6 : 1, 5—2 : 1, zum Druckventil resp. 24—30 : 1, 20—12 : 1, 10—4 : 1 nach Weisbach.

1) Kerpely, Fortschr. 4, 64. B. u. h. Ztg. 1868, S. 322. 2) Dürre, Giessereibetrieb.

Ventile.

Aeltere Constructionen haben vor der Ventilöffnung *a* ein grosses Klappenventil *l* (Fig. 74), neuere dagegen zur Verringerung des schädlichen Raumes eine grössere Anzahl kleinerer Klappen- oder Tellerventile *a* (Fig. 75) mit Gegengewicht vor den Lufteinströmungsöffnungen *b*, *c* Luftausströmungsröhren, *d* Kolben, *e* Kolbenstange.

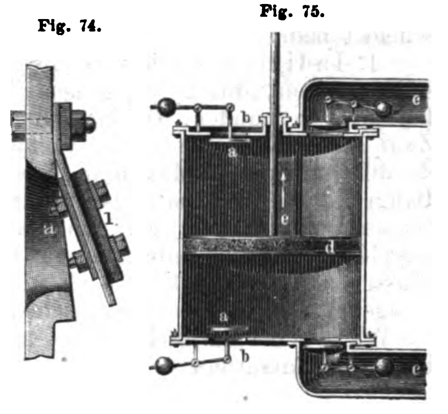


Fig. 74. Fig. 75.

Zur möglichsten Verminderung des schädlichen Raumes legt man die Ventile in einen ringförmigen Kasten rund herum an jedem Ende des Gebläsecylinders (Borsig'sche Gebläse)[1]). Bei Ersetzung der Ventile durch Schieber (Schiebergebläse, Schnellläufer)[2]) lässt sich zwar eine grössere Kolbengeschwindigkeit erzielen, aber wegen nicht erfolgenden präcisen Oeffnens und Schliessens der Schieber vermindert sich der Nutzeffect.

Kolben.

Der Gebläsekolben in Gestalt einer gusseisernen Scheibe *a* (Fig. 76) mit radialen Rippen, cylindrischer Wand *d* daran und Blechdeckel *e* enthält hinter *d* seltener eine Leder-, als eine Metall- oder Segeltuchliderung *c*, welche durch Schrauben, Excentrics oder Federn *f* gegen die Gebläsewand gedrückt wird. Die Kolbenstange *b* wird in der konischen Nabe des Kolbens mittelst Keiles befestigt. Man hat als Liderung für Kolben und Stopfbüchsen auch an einem Ende offene Lederschläuche angewandt, welche sich mit comprimirter Luft füllen.[3])

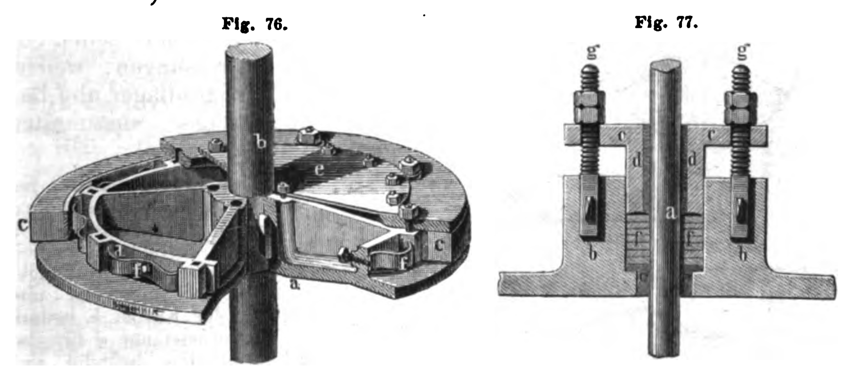


Fig. 76. Fig. 77.

Durchmesser des Kolbens 6—9 mm. weniger, als der des Cylinders; Kolbenhub bei Cylindern mit nicht unter 1.6 m. Durchmesser gleich dem Kolbendurchmesser; Kolbengeschwindigkeit pro Min. bei grossen Gebläsen 53.3—113.0, durchschnittlich 73.3—94.1 m.

Stopfbüchse.

Die Kolbenstange *a* (Fig. 77) gleitet im Stopfbüchsenkörper *b*. Beim Anziehen der Schrauben *g* wird das mit Talg getränkte Hanf-

1) Kerpely, Fortschr. 5, 81. Polyt. Centr. 1873, S. 1461 (B. u. h. Ztg. 1867, S. 205).
2) Kerl, Met. 1, 594. v. Hauer, Hüttenwesensmaschinen 1867, S. 68. Oest. Jahrb. 12, 147. Polyt. Centr. 1865, S. 1417. 3) Polyt. Centr. 1866, S. 199.

geflecht *f* durch die Messingringe *d* und *e* gegen die Kolbenstange gepresst.

Bewegungsweise.

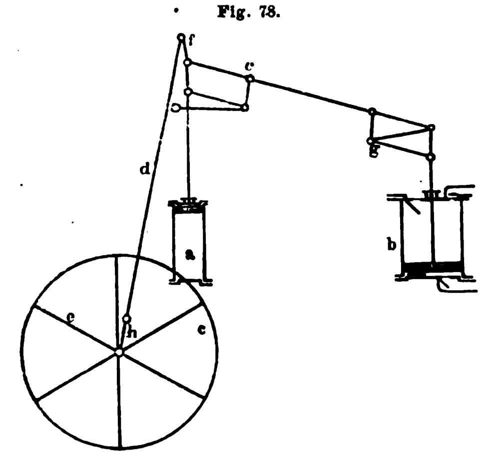
Je nach der Verbindung der Kolbenstange mit dem Motor unterscheidet man:

Ind. wirk. Gebläse.

1. Indirect wirkende oder Balanciergebläse. Bei denselben stehen, durch einen neuerdings meist aus Blech gefertigten Balancier verbunden, Gebläsecylinder und Motor in einem Niveau. Zwar kostspieliger und mehr Raum nach der Länge erfordernd, als die direct wirkenden Maschinen, lassen Balanciergebläse bei unsicherem Baugrund ein dauerhafteres Fundiren zu, sind leicht zugänglich und bequem zu repariren und am Balancier lassen sich Pumpen und Supplementcylinder anbringen für Condensationsdampfmaschinen, für Wasser zum Formkühlen u. s. w. Die Geradführung der Kolbenstange in der Stopfbüchse geschieht durch einen Gegenlenker oder ein Watt'sches Parallelogramm, seltener durch ein Zahnsegment am Ende des Balanciers.

Motoren.

Fig. 78.

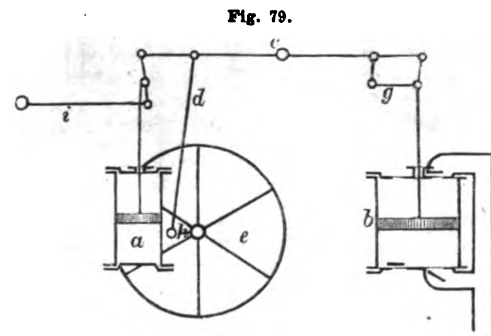


Je nach dem Motor hat man:

Dampfgebl.

a. Dampfgebläse, wegen dauerhafter Construction und Sicherheit namentlich in England[1]), Schlesien[2]), Kladno[3]), Nordamerika[4]) u. s. w. in Anwendung, sonst weniger in Deutschland (Duisburger Hütte) und Belgien wegen ihrer Kostspieligkeit und der bedeutenden Pressungen, welche Schwungradlager und Balancierlager auszuhalten haben.

Fig. 79.



Eine in England[5]) besonders übliche Construction (Fig. 78) hat Dampfcylinder *a* und Gebläsecylinder *b* an beiden Seiten vom Aufhängepunkte des Balanciers und die an der Kurbel *h* befindliche Kurbelstange *d* für das Schwungrad *e* befindet sich an einer hornartigen Verlängerung *f* der Balanciers ausserhalb des Dampfcylinders. *c* Watt'sches Parallelogramm. Diese Einrichtung erfordert zwar mehr Längsraum, ist aber zugänglicher und für die Lide-

1) B. u. h. Ztg. 1856, S. 96; 1862, S. 209, 245. 2) Preuss. Ztschr. 10, 148; 22, 269. B. u. h. Ztg 1861, S. 341. Kerpely, Fortschr. 4, 63; 5, 84; 6, 80. 3) Polyt. Centr. 1872, S. 1115. 4) B. u. h. Ztg. 1871, S. 16. 5) Rev. univers. 12, 242. Preuss. Ztschr. 14, 314.

rung geeigneter, als die in Deutschland und auch in England[1]) vorkommende Construction (Fig. 79), bei welcher die Schwungrad-Kurbelstange *d* zwischen Aufhängepunkt *c* des Balanciers und Dampfcylinder *a*. *i* Gegenlenker zur Gradführung der Dampfkolbenstange. *h* Kurbel. *e* Schwungrad. *g* Watt'sches Parallelogramm. Schwerer zugänglich ist die Anordnung zur Duisburger[2]) Hütte, bei welcher Gebläse- und Dampfcylinder neben einander an einem Arme des Balanciers und die Kurbelstange des Schwungrades sich am andern Ende des Balanciers befindet. Es zeigt sich neuerdings das Bestreben, die Zahl der Kessel durch hohe Dampfspannung zu vermindern.

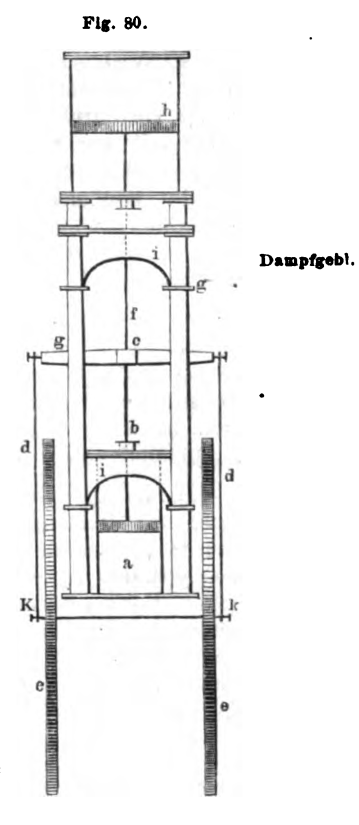
Wassergebl.

b. Wasserradgebläse.[3]) Wegen des langsamen Umganges wird eine Umsetzung ins Geschwinde in der Weise bewirkt, dass ein Getriebe auf der Wasserradwelle eine Kurbelwelle in Umtrieb versetzt, welche mittelst einer Bläuelstange mit dem einen Ende des Balanciers verbunden ist, während an das andere die Kolbenstange greift (Oberharz[4]), Komorau[5])).

Dir. wirk. Gebläse.

2. Direct wirkende Gebläse. Die bewegende Kraft des über oder unter dem Gebläsecylinder stehenden Motors wird direct auf die Gebläsekolbenstange übertragen, wobei ein präciserer Gang, sowie Ersparung an Raum und Herstellungskosten den Balanciergebläsen gegenüber erzielt werden, während aber die einzelnen Theile schwerer zugängig sind und die Fundamentirung schwieriger ist. Die Geradführung der Kolbenstange geschieht meist durch Gleitstangen oder Rahmen, seltener durch ein Planetenrad.

Fig. 80.



Dampfgebl.

a. Dampfgebläse, die am häufigsten mit Hochdruck und Condensation[6]), welche eine Ersparniss an Kohlen und Schonung der Kessel bewirkt, mit oder ohne Expansion bei 25—250 Pferdekräften arbeiten.

Am zweckmässigsten und für Reparaturen am bequemsten überträgt man nach Cockerill'scher Construction[7]) bei langsamem Gang (z. B. Seraing, Burbacher Hütte, Halberger Werk bei Brebach, Lothringer Eisenwerke bei Ars sur Moselle, Wasseralfingen, Esch, Dommeldingen, Unterwellenborn, Pont à Mousson u. s. w.) — stehende schnelllaufende Maschinen hat man z. B. in Gelsenkirchen und Hörde — die Bewegung des Dampfkolbens durch eine gemeinschaftliche Kolbenstange direct auf den in einiger Entfernung über dem Dampfkolben liegenden Gebläsekolben, wobei die Schwungradwelle mit 2 Schwungrädern seltener über als unter dem Dampfcylinder liegt (Fig. 80). *a* Dampfcylinder, durch die Kolbenstange *b* mit dem Querhaupt (Traverse, Kreuzkopf) *c* verbunden, welches in Gleitschienen (Führungslinealen, Gradführungen) auf- und niedergehend mittelst der Kurbelstangen *d* mit den Kurbeln *k* der Schwungräder *e* verbunden ist, sowie auch die Kolbenstange *f* in dem auf Säulen *g* stehenden Gebläsecylinder *h* auf- und niederbewegt. *i* Verbindungsrahmen. Nach dem häufig angewandten Woolf'-

1) Rev. univers. 11, 13. 2) Schönfelder, Baul. Anlagen 1, 13. 3) Kerpely, Fortschr. 5, 80. 4) Kerl, Met. 1, 610. 5) B. u. h. Ztg. 1873, S. 38. 6) Preuss. Ztschr. 14, 320. 7) Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 12, 525.

schen Principe[1]) lässt man die Kolbenstangen zweier neben einander stehenden Dampfcylinder in eine gemeinschaftliche Traverse eingreifen, von welcher dann die Kolbenstange für den Gebläsecylinder nach oben geht, wie in Fig. 80. Wegen gleichförmigeren Gesammtdruckes auf beide Dampfkolben kann das Schwungrad kleiner sein, als bei eincylindrischen Expansionsmaschinen (Cocquerill'sches System). Setzt man den Dampfcylinder direct auf den Gebläsecylinder (Schmidt'sches Schiebergebläse[2]), Gebläse zu Tees-side-Eisenwerken in Cleveland)[3]), so wird zwar der Bau billiger, aber die Liderung ist unbequem, indem man keine Stopfbüchse anbringen kann und an der Dampfkolbenstange sich herabziehendes Wasser darunter liegende Maschinentheile zum Rosten bringt. Statt Anwendung zweier Schwungräder kann an einem einarmigen, sog. Evans'schen Balancier[4]) die Kurbelstange nur eines Schwungrades eingreifen. In Cleveland hat man Gebläse mit zwei gleich hohen, aber ungleich weiten Cylindern, wobei die Kolbenoberflächen dem verschiedenen Dampfdruck entsprechen.

Gebläse mit Kurbelumsetzung, bei denen die Anzahl der Gebläse- und Dampfcylinder nicht gleich ist, gewähren nur bei complicirter Einrichtung (Neilson's Gebläse) gewisse Vortheile (Raumersparniss, leichte Fundirung u. s. w.)[5]). Bei einer in den Vereinigten Staaten Nordamerikas beliebten compendiösen, nicht zu sehr nach der Höhe gehenden Einrichtung steht der Dampfcylinder zwischen zwei Gebläsecylindern parallel und die 3 Kolbenstangen sind durch eine Traverse verbunden[6]). Eine einfache Construction haben die billigen Decker'schen Gebläse.[7])

Wasserradgebläse.

b. Wasserradgebläse. Kommen häufiger bei einfacher Wirkung (Schweden) als bei doppelter Wirkung der Raumersparniss wegen vor, und zwar ohne Transmission, indem die Kurbelwelle direct mit der Kolbenstange unter Einfügung von Gleitstücken verbunden ist[8]) oder zwei durch ein Querhaupt verbundene Bläuelstangen die Kolbenstange von oben bewegen (Steyermark, Oberschlesien, Theissholz, Pontgibaud u. s. w.) Mit Transmission ist unter Anderem ein dreicylindriges Gebläse zu Altenauer Hütte (Oberharz) versehen.[9])

Turbinengebläse.

c. Turbinengebläse. Dieselben bedürfen einer Uebertragung ins Langsame, indem ein kleineres konisches Rad auf der Turbinenaxe in ein grösseres mit Kurbel eingreift und von dieser die Uebertragung der Bewegung durch eine Schubstange auf den Gebläsekolben nach oben geschieht (Bottino).[10]) Auch auf russischen Hütten[11]) finden sich neben Wasserrädern Turbinen.

Liegende Gebläse.

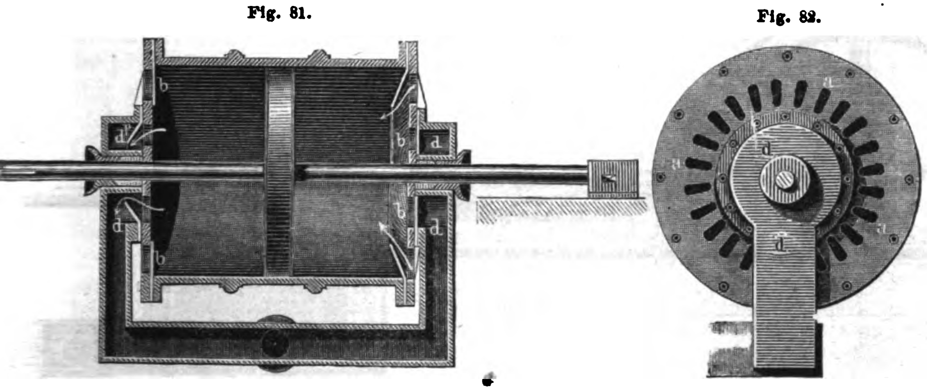
B. Liegende Cylindergebläse.[12]) Den angegebenen Vorzügen vor den stehenden Gebläsen (S. 134) gegenüber sucht man die Hauptschattenseite derselben, grössere Reibung und stärkere Abnutzung des Cylinders ander Unterseite, zu vermindern durch Führung einer dicken, hohlen Kolbenstange durch beide Cylinderdeckel, Unterstützung der Kolbenstangenenden durch Rollen oder Gleitschienen, Versehung des Kolbens mit schrägen Endflächen, gegen deren Horizontalprojection der Dampfdruck den Kolben hebend wirkt (Kirk's Gebläse)[13]), zweckmässiges Schmieren u. s. w.[14]), z. B. mit Petroleumdampf.

---

1) Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1860, S. 210. Kerpely, Fortschr. 5, 81. B. u. h. Ztg. 1873, S. 398. 2) Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1858, S. 179. B. u. h. Ztg. 1867, S. 205. 3) B. u. h. Ztg. 1867, S. 205, Taf. 7, Fig. 16. 4) Kerpely, Fortschr. 3, 67. 5) Sämmtliche Constructionen sind in v. Hauer's Hüttenwesens-Maschinen erläutert. 6) B. u. h. Ztg. 1871, S. 16. 7) Dingl. J. 212, 451. 8) Ann. d. min. 4. sér., 18, 397. 9) Kerl, Oberharz. Hüttenprocesse S. 351. 10) B. u. h. Ztg. 1868, S. 206. 11) Tunner, Russl. Montan-Industr. 1871, S. 99. 12) B. u. h. Ztg. 1868, S. 252; 1869, S. 62, 279; 1870, S. 143, 356; 1872, S. 337. Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 12, 526, 607; 14, 412. Oest. Jahrb. 10, 451. Rittinger's Erfahr. 1870. Polyt. Centr. 1871, S. 1511. 13) Dingl. 188, 117. 14) Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 14, 783.

Während in England meist stehende Gebläse gebaut werden, so ist man in Rheinland-Westphalen, Osnabrück, Harzburg u. s. w. mit liegenden sehr zufrieden, so lange sie nicht zu grosse Dimensionen besitzen (bei grossen Maschinen zu Laurahütte bog sich die Kolbenstange durch).

Fig. 81. Fig. 82.



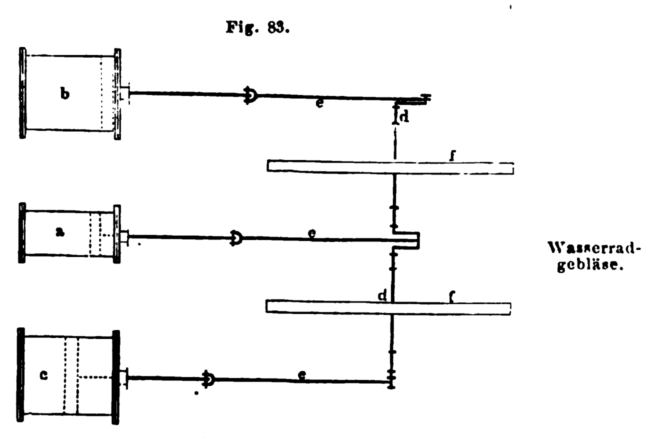
Die Anordnung der Ventile geschieht so, dass eine grössere Anzahl kleiner Klappen reihenweise übereinander und zwar die Saugöffnungen in der oberen und die mit Ventilkasten bedeckten Blaseöffnungen in der unteren Hälfte des Cylinderdeckels oder umgekehrt liegen oder erstere *a* (Fig. 81, 82) befinden sich im Kreise mehr nach der Peripherie, letztere mehr nach dem Centrum zu und in Communication mit dem Windkasten *d*. Ein mit seinem äusseren Rande zwischen Cylinderwand und Deckel eingeklemmter Kautschukkranz *b* dient als Ventil. Man hat auch Tellerventile (Laurahütte).[1]

1. Indirect wirkende Gebläse und zwar: Indir. wirk. Gebläse.

a. Dampfgebläse. Die Kraftübertragung findet durch Kurbelwelle dann statt, wenn ein Dampfcylinder mehrere Gebläsecylinder treiben soll. Dampfgebläse.

Man legt die Cylinder einfacher hintereinander, als der Raumersparung in der Länge wegen Dampfcylinder *a* und Gebläsecylinder *b* und *c* (Fig. 83) auf dieselbe Seite vor die Schwungradwelle *d*. *e* Schubstangen. *f* Schwungräder.

Fig. 83.

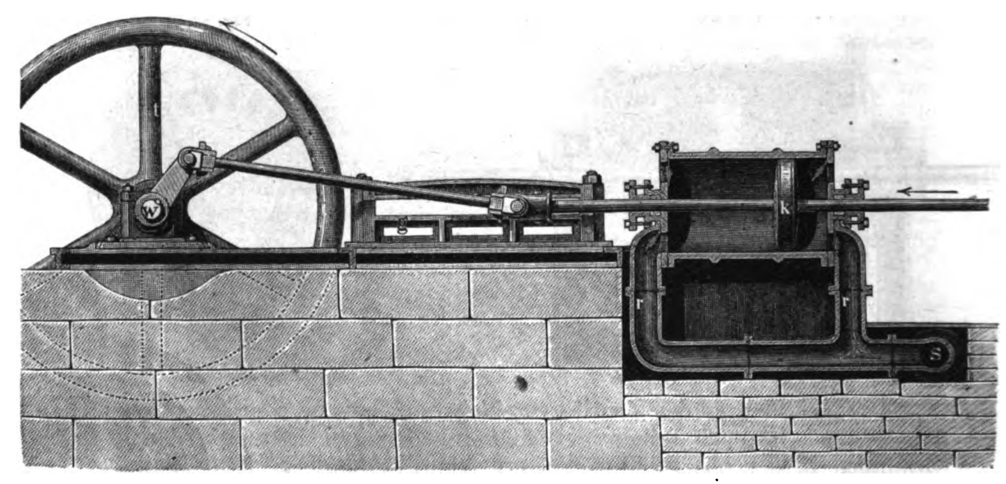


b. Wasserradgebläse. Es kann die Kraftübertragung entweder mittelst Krummzapfens von dem mit Schwungrad *t* (Fig. 84) versehenen Motor *w* durch eine Schubstange Wasserradgebläse.

1) Kerpely, Fortschr. 7, 103.

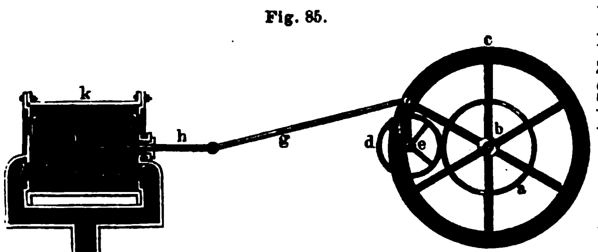
auf den Kolben *k* geschehen (*g* Gleitschlitten, *r* Windkasten, *s* Windleitungsröhre) oder es findet eine Uebertragung ins Schnelle statt,


Fig. 84.



indem ein auf der Welle des Wasserrades *c* befindliches Stirnrad *a* (Fig. 85) in ein kleineres Getriebe *d* auf der Kurbelwelle *e* eingreift und die Bewegung mittelst Krummzapfens *f* durch die Schubstange *g* der Kolbenstange *h* und dem Kolben *i* im Cylinder *k* mitgetheilt wird (Claus-thaler Hütte).[1])

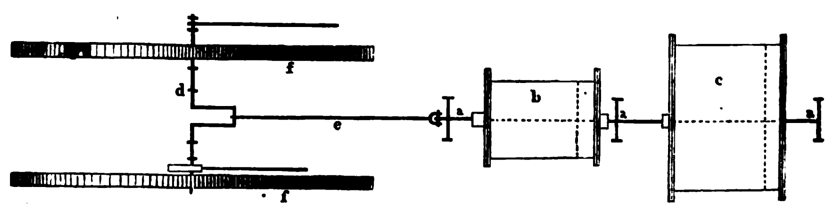
Fig. 85.



Dir. wirk. Gebläse.

2. Direct wirkende Gebläse. Bei Dampfkraft werden dieselben meist angewandt, indem man eine gemeinschaftliche Kolbenstange *a* (Fig. 86) für Dampf- *b* und Gebläsecylinder *c* hat und

Fig. 86.



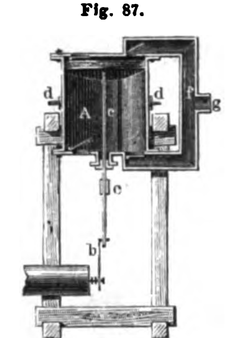
letzteren gewöhnlich vor ersteren und hinter den Dampfcylinder die Schwungradwelle *d* legt, wie z. B. zu Georg-Marienhütte[2]) (*e* Schub-

1) Kerl, Oberharz. Hüttenprocesse 1860, S. 354. 2) Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 17, 30.

stange, *f* Schwungräder), seltener diese Welle zwischen beide Cylinder. (Sonst noch in Hayange, auf Ilseder Hütte, zu Rosenberg in Bayern.)

C. Oscillirende Cylindergebläse (Wackler).[1] Dieselben sind seltener für Dampf- als für Wassermotoren (Räder, Turbinen[2])) angewandt, und gestatten bei Raumersparung, Einfachheit und Billigkeit in der Anschaffung eine directe Verbindung der Motorkurbel mit der Kolbenstange, indem der in der Mitte an Zapfen aufgehängte stehende oder liegende Cylinder der Bewegung der ersteren folgt (Schweden, Steyermark, Ilsenburg). Bei Dampfkraft lässt man wohl den Dampfcylinder oscilliren und sämmtliche Kolbenstangen direct an dieselbe Kurbelwelle greifen. Die Abnutzung ist stärker als bei feststehenden Gebläsen. Oscillir. Gebläse.

Fig. 87.



Stehendes Wasserradgebläse (Fig. 87). *b* Krummzapfen an der Wasserradwelle, mit der Kolbenstange *c* verbunden. *d* Zapfen des Cylinders *A*. *e* an einem Bügel befindliche, mit Lagerschalen versehene Hülse zur Verminderung des Ausreibens der Stopfbüchse. *f* Windleitungskasten mit Windleitungsrohr *g*, letzteres mit der festen Windleitung durch einen beim Oscilliren des Cylinders nachgebenden Lederschlauch verbunden.

Liegendes Dampfgebläse mit Meyer'scher Steuerung finden sich u. a. zu Stieringen-Wendel.

II. Sonstige Gebläse. Als solche kommen zuweilen noch in Anwendung:

1. Kastengebläse[3]), seltener doppelt als einfach wirkend, geben bis 50 Proc. Windverlust und nicht über 52 mm. Quecksilberpressung, verursachen häufige Reparaturen und erfordern, stets von Wasserrädern getrieben, bedeutende Wasserkraft. Kastengebl.

Fig. 88.

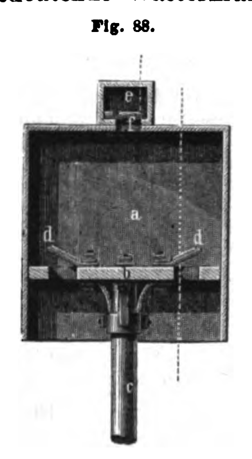
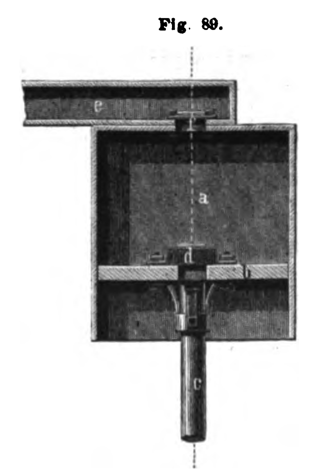


Fig. 89.



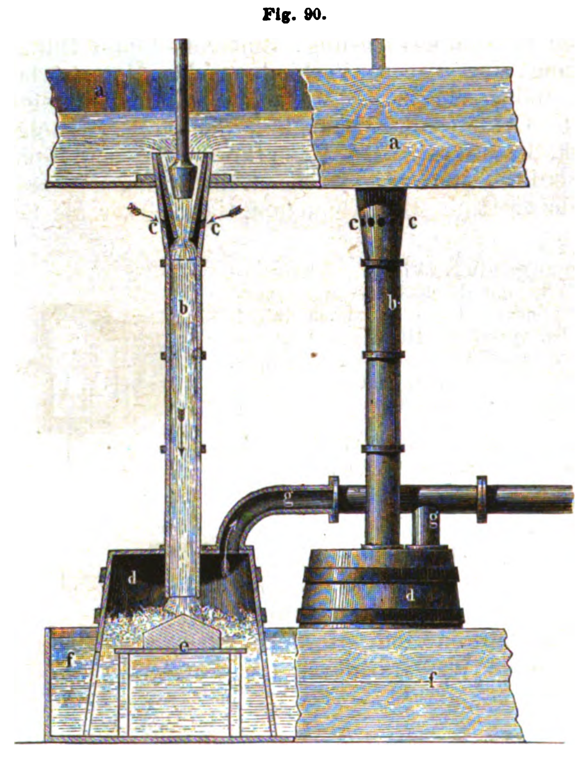
Einfach wirkendes Gebläse (Fig. 88, 89). *a* Holzkasten 0.94—2.19 m. lang und breit. *b* Kolben mit Leisten- od. Lederstutzliderung, seltener durch Kurbeln, als durch Wellfüsse, excentrische Scheiben oder ein halbverzahntes Rad bewegt, zuweilen indirect durch Balanciers. *c* Kolbenstange. *d* Saugventile. *e* Windleitungsröhre. *f* Druckventil. Kolbenhub = $^1/_2$—$^2/_3$ der Seitenlänge des Kastens; Kolbengeschwindigkeit 157—472 mm. pro Min.

2. Hydraulische Gebläse. Dieselben machen Ventile und Liderung entbehrlich, geben einen continuirlichen, keinen Regulator Hydraul. Gebläse.

1) Kerl, Met. 1, 591. B. u. h. Ztg. 1859, S. 69. 2) Berggeist 1871, S. 471. 3) Kerl, Grundr. d. allgem. Hüttenkunde S. 214.

erfordernden, aber feuchten Windstrom, werden durch Eisbildung in ihren Functionen gestört und kommen nur unter besonderen lokalen Verhältnissen in Anwendung.

Fig. 90.



Wassertrommelgebläse[1]) (Fig. 90). *a* Wasserrinne zur Speisung der mit Luft einsaugenden 52—78 mm. weiten Schlucklöchern *c* versehenen Einfallröhre *b*, 3.138—7.541 m. hoch und 0.157 – 0.262 m. weit. *e* Brechbank zur Zertheilung des Luft einschliessenden Wassers, welches aus *f* abfliesst, während die in der Trommel *d* angesammelte sauerstoffreiche Luft durch *g* abgeführt wird. Bei geringem Wirkungsgrad von 5—6 Proc. nur anwendbar bei grossen Wassermengen und hinreichend hohem Gefälle (frühere Hohofen, jetzt Frischhütte Lauffen am Rheinfall bei Schaffhausen).

Cagniardelle oder Schraubengebläse[2]) (Fig. 91). *a* gusseiserne Hohlwelle mit blechernen Schraubengewinden *c* und Blechmantel *b*, mit etwa 20° Neigung in dem Wasserbassin *g* gelagert und durch Getriebe *F* in Rotation zu versetzen, wobei die über der Wasseroberfläche vor den Mündungen der Schraubengänge aufgenommene Luft in den unteren Raum des Cylinders gepresst wird und durch die Knieröhre *h* entweicht, während durch die Oeffnung *e* im konischen Cylinderboden das Wasser circulirt. Vortheile des Gebläses: geringer Raum, einfache Bewegung bei geringer Betriebskraft, geringe Abnutzung, hoher Wirkungsgrad (0.88 – 0.90); Nachtheile: schwierige Construction, Zerstörbarkeit des Bleches, mindere Stabilität bei grossen Dimensionen, schwierige und kostspielige Herstellung, grössere Unterhaltungskosten, unerwünschtes Erforderniss grosser Wasserbassins in der Nähe der Oefen und Maschinen.

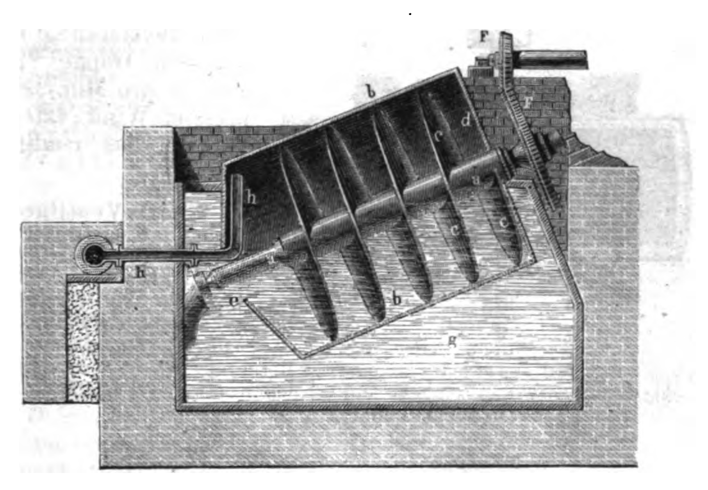
Ventilatoren.

3. **Centrifugalventilatoren.**[3]) Gehäuse gewöhnlich von 0.9—1.4 m. Höhe und 0.24—0.4 m. Weite mit Flügelrad bei geraden, einfach oder doppelt gekrümmten Schaufeln, bei deren rascher Umdrehung Luft durch eine Oeffnung an der Flügelradaxe eingesogen, durch Centrifugalkraft nach der Peripherie getrieben und hier abgeleitet (z. B. Lloyd's Ventilator) oder mittelst Directionsschaufeln nach der Radaxe zur Ausströmungsöffnung, der Eintrittsöffnung gegenüber, getrieben wird (Schwarzkopf's Ventilator). Durchmesser, Geschwin-

1) Kerl, Grundr. d. allgem. Hüttenkunde S. 217. 2) Ibid. S. 218. 3) Ibid. S. 219. B. u. h. Ztg. 1872, S 162; 1873, S. 34. Rittinger's Erfahr. 1871, S. 18.

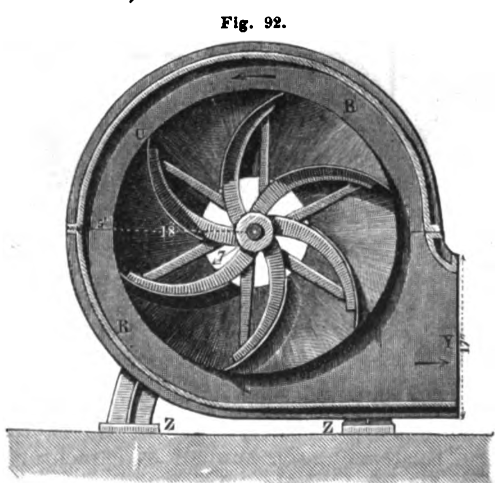
digkeit (pro Min. 600—2000 und mehr Umdrehungen) und Breite der Flügel influiren auf Windmenge und Pressung. Diese Gebläse nehmen wenig Raum ein, erfordern im Vergleich zu Cylindergebläsen

Fig. 91.



wenig Anlage- und Unterhaltungskosten, geben einen continuirlichen Windstrom und je nach der Umdrehungsgeschwindigkeit geringere und grössere Windmengen, aber von geringerer Pressung (bis höchstens 785 mm. Wassersäule) und bei nur 25—30 Proc. Wirkungsgrad, und sind deshalb nur bei Holzkohlenöfen [1]) anwendbar.

Fig. 92.



Lloyd's Ventilator (Fig. 92, 93). *R* Gehäuse auf den Stutzen *Z*. *S* Lager für die Flügelaxe mit Riemenscheibe *T*. *U* Flügel mit seitlich aufgebogenem Rande *V* zum geräuschlosen Gange. *X* messingene Ringe zum dichten Flügelanschluss, sich an Gusseisenringen am Gehäuse bewegend, welche die Eintrittsöffnung für die Luft bilden. *Y* Luftausströmungsöffnung. 1200—2000 Touren pro Min., Pressungen von 314—628 mm. Wassersäule.

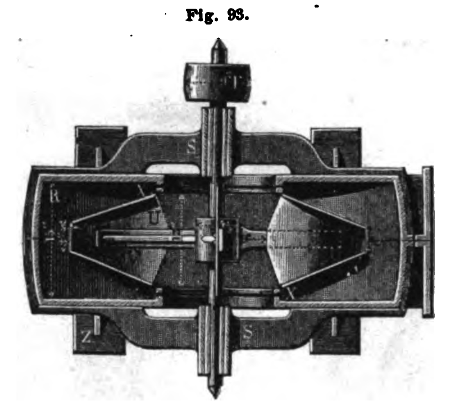
Schwarzkopf's Ventilator (Fig. 94). *a* Flügelradwelle. *b* Lager. *c* Flügelrad in Gestalt einer konisch geformten gusseisernen Scheibe mit radialen vorn etwas gekrümmten Flügeln *d*. *e* Saugöffnung zum Eintritt der Luft, durch Directionsschaufeln *f* von der Peripherie nach der Austrittsöffnung *g* geführt. 1440—2880 Touren pro Min., Pressungen von 183—549 mm. Wassersäule.

1) Dingl. J. 132, 84. B. u. h. Ztg. 1854, S. 310.

Kapselgebl.

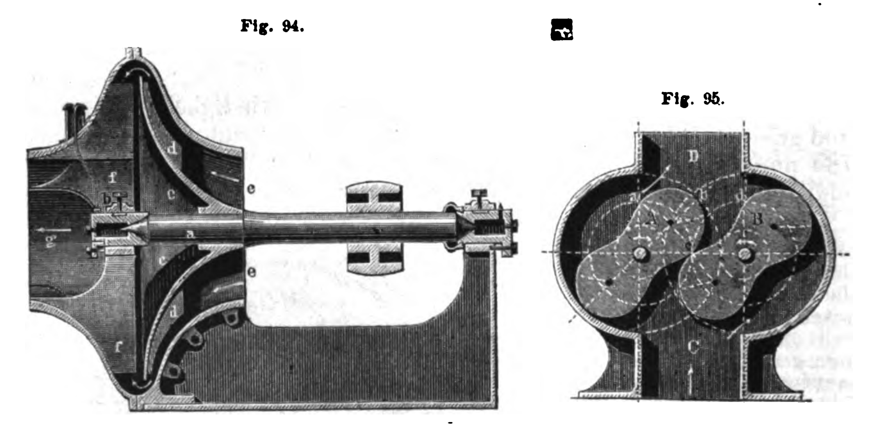
4. Kapselgebläse.[1]) In einem Gehäuse eingeschlossene, in einander greifende Flügelräder schieben die angesogene Luft vor sich her und geben im Vergleich zu Centrifugalventilatoren bei grösserer Haltbarkeit, leichterer Behandlung und langsamerem Gange (200—300 Touren pro Min.) stärker gepressten Wind (420—625 mm. Wasser) bei continuirlichem Strom.

Fig. 93.



Root's Ventilator (Fig. 95). *A* und *B* Flügel- oder Kapselräder von 2 m. Breite und 0.9 m. Durchmesser, bei deren Umdrehung je eins der Scheitelprofile derselben an der Gehäusewand dicht abschliesst und das entgegengesetzte *abc* des einen mit dem Mittelprofil des anderen in Berührung ist, so dass stets ein dichter Verschluss zwischen den Flügeln und an den Kopfwänden stattfindet. *C* Einströmungsöffnung. *D* Ausströmungsöffnung.

Fig. 94. Fig. 95.



Dampfstrahlgebl.

5. Dampfstrahlgebläse[2]). Ein Strahl von überhitztem Dampf wird entweder direct in die Düse eingeführt, wo er dann Luft mit fortreisst, oder in einen besonderen Apparat, in welchem sich der Dampf condensirt, während die mitgerissene condensirte Luft nach dem Trocknen zwischen porösen Substanzen in den Ofen tritt.

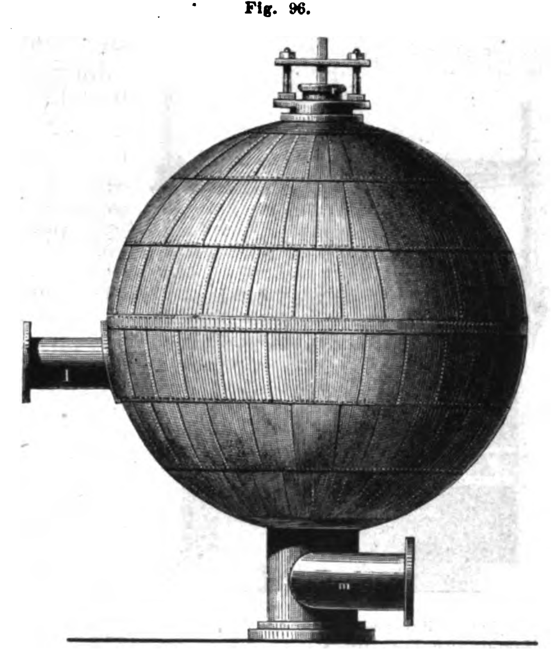
Zweck.

29. Windregulatoren.[3]) Zur Umwandlung des die gleichmässige Verbrennung beeinträchtigenden stossweisen Windstromes aus Cylinder- und Kastengebläsen kuppelt man mehrere Gebläsecylinder; wirksamer lässt man den Wind entweder in einen Sammelbehälter treten, welcher ein etwa 40—60 mal so grosses Volumen hat, als das pro Secunde von dem

1) Kerl, Grundr. d. allgem. Hüttenkunde S. 223. B. u. h. Ztg. 1869, S. 121; 1871, S. 10; 1872, S. 122; 1873, S. 20. 2) Neueste Erfind. 1865, No. 24, S. 186. 3) Kerl, Grundr. d. allgem. Hüttenkunde S. 224.

Gebläse entlassene Windquantum (**Regulatoren mit unveränderlichem Inhalt**) oder in einen kleineren, das Volum des Gebläsecylinders um das 4 — 20 fache übertreffenden Behälter, in welchem die Windstösse durch denselben entgegen wirkende Gewichte ausgeglichen werden (**Regulatoren mit veränderlichem Inhalt**).

Fig. 96.



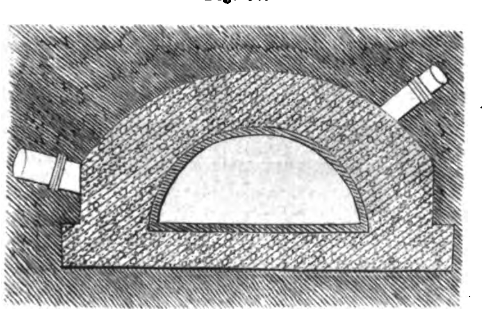


m Windeintritt. *l* Windaustritt. *r* Sicherheitsventil.

Unveränderlicher Inhalt.

1. **Regulatoren mit unveränderlichem Inhalt.** Dieselben kommen hauptsächlich für grössere Windquanten in Anwendung, und zwar entweder in Gestalt von Blechballons bis zu 8 m. Durchmesser (**Ballonregulatoren** Fig. 96) oder liegenden Cylindern mit halbkugelförmiger Begrenzung von 0.78—2.82 m. Weite und bis 72 m. Länge, seltener gemauert und mit Cement umgeben (Fig. 97). Häufig ersetzen weite Windleitungsröhren[1]) von 1.5—2.5 m. Durchmesser (Antonien- und Königshütte) oder ovale Cementröhren[2]) die Regulatoren.

Fig. 97.



Veränderlicher Inhalt.

2. **Regulatoren mit veränderlichem Inhalt**, für kleinere Windmengen bestimmt, sind entweder **Trockenregulatoren** in Gestalt von Lederbälgen mit Gewichtbeschwerung (**Lederregulatoren**) oder minder zweckmässig wegen grosser Windverluste **Kolbenregulatoren** (Fig. 98) von dem 4—5 fachen Volum des Blasecylinders. Einfache Constructionen lassen **Wasserregulatoren** mit feststehender (Fig. 99) oder besser mit schwimmender und mit Gewicht beschwerter Glocke zu, das 10—20 fache Volumen der Gebläsecylinder enthaltend.

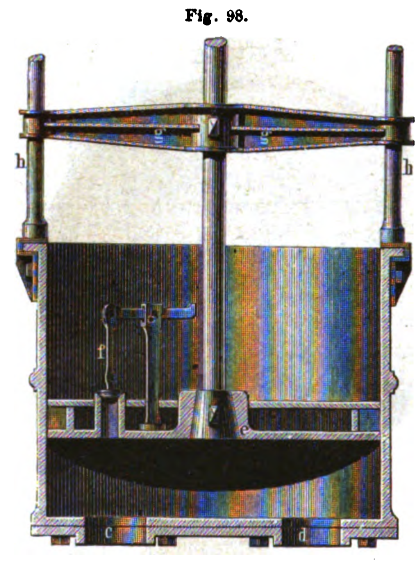
1) Preuss. Ztschr. 14, 300, 313; 22, 273 (Gleiwitz). 2) B. u. h. Ztg. 1873, S. 34.

Der hierher gehörende Chauffriat'sche Regulator[1]) gestattet eine genaue Regulirung des Spieles der Glocke.

Wirkung der erhitzten Luft.

30. Winderhitzungsapparate.[2]) Neilson[3]) nahm 1828 mit Macintosh, Dunlose und Wilson ein Patent auf die Anwendung von erhitzter Gebläseluft für metallurgische Zwecke. Dieselbe hat beim Eisenhohofenbetrieb zur Steigerung der Temperatur im Verbrennungsraum und in Folge dessen zu Ersparung an Brennmaterial (15—45 Proc.), Erhöhung der Production, grösserem Ausbringen und leichterer Regulirung des Ofenganges beigetragen.

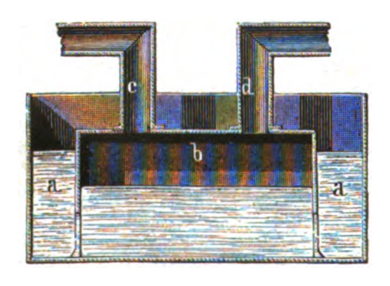
Fig. 98.



e Kolben mit Sicherheitsventil *f*, mittelst Querhauptes *g* an Stangen *h* geführt, den Stoss des durch *d* eintretenden Windstromes ausgleichend, der dann continuirlich durch *c* abzieht.

Die Temperatursteigerung im Gestell entspricht nicht nur der vom Winde mitgebrachten Wärme, sondern ist beträchtlich grösser (1 Thl. Kohle im Winderhitzungsapparat verbrannt, lässt bis 5 Thle. im Hohofen ersparen), was seinen Grund hat: a. in der rascheren Nutzung der heissen Luft und somit Beschränkung ihrer Wirkung auf einen engeren Kreis, was noch zur Folge hat, dass eine höhere Cokessäule vom Winde unverändert bleibt, so dass dieselbe stärker kohlend aufs Eisen wirken kann[4]): b. in der Entwicklung von mehr Kohlensäure, als Kohlenoxydgas bei dieser momentanen Wirkung der heissen Luft, welches letztere bei kalter Luft reichlicher erzeugt, sich erst bei einer wieder eingetretenen Temperaturerniedrigung mit dem zutretenden freien Sauerstoff verbindet (Bunsen'sches Gesetz)[5]); c. in dem Umstande, dass die mit dem Winde in den Ofen gebrachte Wärme zum Unterschiede von der durch verbrennende Kohle producirten ohne alle Gasvermehrung erfolgt, welche letztere mehr Wärme aus der Gicht entführt.[6]) Die Gichtgase sind bei heissem Winde kühler, als bei kaltem, indem die Verbrennung weniger Gase giebt, welche beim Durchstreichen gleicher Mengen Schmelzmasse sich mehr abkühlen.[7])

Fig. 99.



a Wasserbassin. *b* feste Glocke durch seitliche Oeffnungen mit *a* in Verbindung und 10—20 mal so gross, als der Gebläsecylinder. *c* Lufteintritt und *d* Luftaustritt.

Einfluss aufs Roheisen.

Durch die höhere Temperatur im Gestell bei Anwendung von heissem Winde wird dieses zwar stärker angegriffen und die Reduc-

---

1) Kerpely, Fortschr. 8, 69. 2) Kerl, Grundr. d. allgem. Hüttenkunde S. 227. Jordan, Album du Cours de Métallurgie 1874, Taf. 37—44. Berggeist 1867, No. 23, 25, 28, 32. B. u. h. Ztg. 1868, S. 152; 1872, S. 266; 1873, S. 201. 3) Kerpely, Fortschr. 2, 88. B. u. h. Ztg. 1868, S. 177. 4) B. u. h. Ztg. 1868, S. 42. Åkerman-Tunner, Studien u. s. w. 1872, S. 40. 5) Pogg. Ann. 101, 161. 6) B. u. h. Ztg. 1872, S. 265. Bell's Antrittsrede beim Iron and Steel Institute. Uebersetzt von Hupfeld. Klagenfurt 1873, S. 11. 7) Gruner, études sur les Hauts-Fourneaux 1873, p. 90.

tion von Silicium und Erdbasen begünstigt; ersterem Uebelstande lässt sich aber durch Kühlung des Gestelles, letzterem durch eine basischere Beschickung (nicht immer durch Erhöhung des Erzsatzes) oder nach Umständen durch Erweiterung des Gestelles oder Verminderung der Windpressung entgegenwirken. Durch eine basische Beschickung wird auch in höherer Temperatur die Entfernung des Schwefels begünstigt[1]) und bei dem gleichmässigeren Ofengang sonst noch vortheilhaft auf die Eisenqualität eingewirkt.

Eine höhere Windtemperatur (z. B. bis 600°) ist angezeigt bei Darstellung von Bessemerroheisen zur Erzielung eines silicium- und manganreicheren Productes, ferner für Roheisen zum Umschmelzen oder zur Anwendung für gewöhnliche Gusswaaren. Wegen grösseren Graphit- und Siliciumgehaltes (von letzterem etwa 1 Proc.) ist es zwar weniger fest und dicht, was bei viel Gusswaaren weniger in Betracht kommt, als Weichheit und nicht Hartwerden beim Guss. Solches Eisen gestattet bei letzterem grössere Zusätze von Eisenschrot und Brucheisen. Muss das Roheisen, z. B. für grössere Stücke, möglichst bedeutende Festigkeit besitzen, so bläst man zur Erzeugung eines weniger Graphit und Silicium enthaltenden Roheisens mit weniger hoher Windtemperatur. Sehr empfindlich gegen den Einfluss des erhitzten Windes ist das zum Adouciren bestimmte hellweisse Roheisen, da schon ein geringer Siliciumgehalt bei dem genannten Processe die Absonderung eines grauen Kernes leicht veranlasst. Roheisen für den Puddelprocess, sowie zum Verfrischen im Herde nach der Franche-Comté und deutschen Frischschmiede erhalten in Schweden zweckmässig nur 0.22—0.5 Proc. Silicium, also keine höhere Windtemperatur (nicht über 200° C.), Roheisen für die Lancashireschmiede nur 0.2—0.3 Proc. Silicium.[2]) Ueble Erfahrungen, welche man mit heisser Luft gemacht haben will, lassen sich häufig zurückführen auf zu schwache Gebläse[3]) oder auf nicht erweiterten Düsendurchmesser beim Uebergang von kalter zu heisser Luft. Bei einem solchen ist nach Kerpely[4]) der Düsenquerschnitt für je 100° Temperaturerhöhung mit folgenden Factoren, für viele Fälle gültig, zu multipliciren:

bei	100°	200°	300°	400°
mit	1.15	1.3	1.4	1.5.

Während man früher den Wind auf höchstens 350—400° C. erhitzte, so wendet man jetzt, namentlich in Cleveland, Temperaturen von 500—800° C.[5]) an, ohne ungünstigen Einfluss auf das Product, aber mit bedeutender Brennstoffersparung. Höhe der Winderhitzung.

Letztere beträgt bei Wind von 150—300° C. an 15—30 Proc.; bei Wind von 700—800° noch weitere 20 Proc. und mehr und Erhöhung der Production um $^1/_5$.[6]) Nach Åkerman führt eine um 100° gesteigerte Windtemperatur dem Ofen mindestens dieselbe Wärmemenge zu, als 8 Proc. des angewendeten Brennmaterials entspricht. — Nach Tunner[7]) giebt eine höhere Erhitzung des Windes als bis höchstens 300° bei Darstellung von weissem Roheisen keine Brennstoffersparung mehr, wohl aber bei Graueisen. Bei Weisseisen muss der Erzsatz zur Erniedrigung der Temperatur stark erhöht werden, in Folge dessen findet die Reduction unvollständig statt und es entsteht Kochschlacke im Herde, die sich dem Eisen beimengt und dasselbe verschlechtert. — Bell[8]) bestreitet überall, dass hocherhitzter Wind von 800° dem Winde von 450—500° gegenüber eine Brennmaterialersparung gewähre, indem bei ersterem im Formniveau eine grosse Hitze entsteht, welche die Kohlensäure zur sofortigen Umsetzung mit Kohle in Kohlenoxyd veranlasst, so dass auch an letzterem reichere Gichtgase entstehen. — Nach Gruner entstehen grosse Vortheile beim Erhitzen des Windes von 400 auf 700°, welche aber bei Temperaturen darüber nicht gleichen Schritt halten, weil die Windmasse

1) B. u. h. Ztg. 1868, S. 43. 2) Åkerman-Tunner, Studien über Wärmeverh. d. Eisenhohofenprocesses 1872, S. 51. 3) B. u. h. Ztg. 1863, S. 96. 4) B. u. h. Ztg. 1868, S. 152. Berggeist 1872, S. 18. 5) B. u. h. Ztg. 1867, S. 296; 1868, S. 139, 151; 1870, S. 191; 1871, S. 140. Gruner, c. l. p. 90. 6) B. u. h. Ztg. 1870, S. 191; 1871, S. 239. 7) B. u. h. Ztg. 1873, S. 398. Kärnthn. Ztschr. 1874, S. 168. 8) B. u. h. Ztg. 1873, S. 397.

mit steigender Temperatur sich vermindert und die anfangs sehr starke Abkühlung der Gichtgase dann begrenzt wird durch Verminderung des in reichlicherer Menge entwickelten Kohlenoxydgases. Kalter Wind wird zuweilen noch angewandt bei Darstellung eines grauen, nicht zu graphithaltigen Roheisens bei langsamem Ofengang und reinen Erzen, um daraus möglichst zähes Stabeisen darzustellen, z. B. für die Draht- und Blechfabrikation (Russisches Eisenblech)[1]), auch sonst in Russland.

Winderhitzungsapparate.

Je nach den zu erzielenden Windtemperaturen wendet man gusseiserne Röhrenapparate (für bis zu 400—500° erhitzte Luft) oder bei Temperaturen über 500° meist Apparate aus feuerfesten Massen (Ziegel- oder Regeneratorwindapparate) an.

Röhrenapparate.

A. Röhrenapparate. Dieselben stehen bei directer Feuerung wegen kürzerer Röhrenleitungen meist auf der Hüttensohle, bei Gichtgasfeuerung aber neben der Gicht, wenn Raum vorhanden und das Gebläse kräftig genug ist, sonst auf der Hüttensohle.

Gichtgase gestatten wegen längerer Flamme die Vergrösserung des Heizraumes und geben weniger, die Röhren zerstörende Stichflamme als Steinkohlen, namentlich wenn man eine reducirende Flamme anwendet oder die Verbrennung in einer Vorkammer vornimmt (S. 127). Es bedarf dabei einer Reservefeuerung, welche Vercokungsgase nicht erfordern (S. 127). Nach Rinman[2]) bedürfen die gebräuchlichen Windwarmapparate $^1/_5$ des Gesammtvolums der Hohofengase.

Bei kleineren Windmengen, z. B. von 20—30 cbm. pro Min. und Apparat lässt man den Wind entweder durch eine aus horizontalen Schlangenröhren bestehende lange Tour gehen (Wasseralfinger Apparat) oder man theilt die Windmenge in 8—12 gleiche Theile und lässt jeden derselben durch eine verhältnissmässig kurze Tour strömen (Calder- oder Hosenröhren-, stehender, Schottischer Apparat). Für grössere Windmengen und höhere Temperaturen wird jeder der 8—12 Thle. Wind in einem einrohrigen oder mehrrohrigen Apparat erwärmt (z. B. Apparat von Gjers).

Anforderungen an die Apparate.

Zu einem guten Apparate gehören:[3])

a. Eine passende Windgeschwindigkeit in den Röhren.

Dieselbe influirt hauptsächlich auf den Druckverlust, veranlasst durch Reibung des Windes an den Wänden, wird hauptsächlich durch den Röhrenquerschnitt geregelt und darf beim Erhitzen des Windes auf 300° höchstens 10 m., bei 500—600° nur 5—6 m. pro Sec. betragen. Das Calder'sche System hat vor dem Wasseralfinger hinsichtlich des Druckverlustes nur dann den Vorzug, wenn die Röhren hinreichenden Durchmesser besitzen. Eine grössere, als vermehrte Wärme erscheinende Reibung erfordert ein kräftigeres Gebläse und es ist bei Dampfgebläsen der passendste Heizrohrquerschnitt in einem vorliegenden Fall durch einen Vergleich des mehr aufgewendeten Brennmaterials und der Mehrerhitzung des Windes zu bestimmen.

b. Eine passende Heizfläche.[4])

Bei gleicher Windgeschwindigkeit ist die Erwärmung um so energischer, je relativ grösser der Umfang des Querschnittes; der Druckverluste wegen müssen jedoch zu kleine Querschnitte vermieden werden. Für eine Temperatur von 300° ist eine Minimalfläche von 1 qm. pro cbm. Luft in der Minute anzunehmen, bei 350 etwa $1^1/_2$, bei 500—600° aber 4—5 qm. Ovale Röhren bieten bei gleicher Windgeschwindigkeit eine grössere Heizfläche dar als kreisrunde, aber die Rei-

1) Oest. Ztschr. 1874, S. 96. Tunner, Russlands Montanindustr. S. 111. 2) B. u. h. Ztg. 1872, S. 112. 3) B. u. h. Ztg. 1873, S. 201. 4) Åkerman-Tunner, Studien über die Wärmeverh. d. Eisenhohofenprocesses 1872, S. 60.

bung erhöht sich. Es sind diejenigen Apparate die vollkommensten, in welchen der Wind bei gleicher Erhitzung die kürzeste Zeit bleibt.

c. Eine methodische Erwärmung.

Die stärkste Erhitzung und beste Ausnutzung der Wärme findet statt, wenn die zu erwärmende Luft die umgekehrte Bewegung der heizenden Gase besitzt (Gegenstromprincip).[1] Nutzeffect höchstens 50 Proc.

d. Eine zum durch die Hitze ausgedehnten Windvolum proportionale Vergrösserung des Röhrenquerschnittes.

Die Vergrösserung geschieht nach der Formel $1 + 0.00367\ t$, worin t die Zunahme der Windtemperatur.

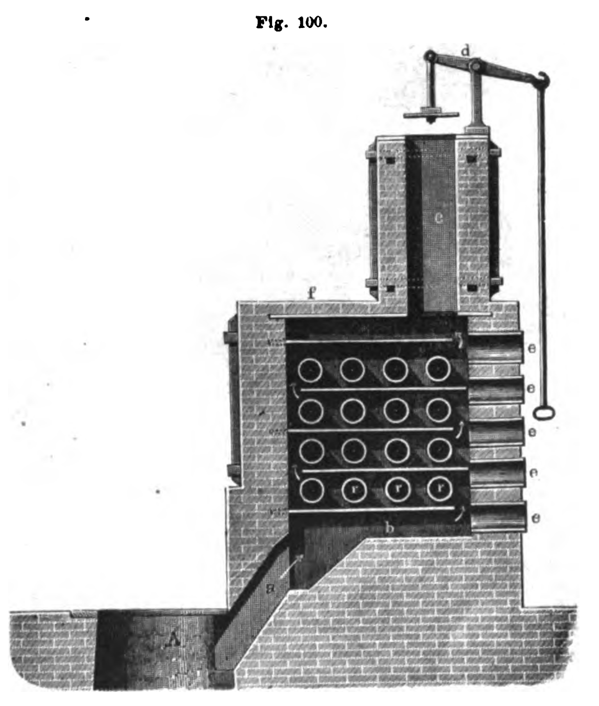
e. Sonstige zweckmässige Einrichtungen.

Ein Apparat ist um so zweckmässiger, je mehr die Verbindungs- und Dichtungsstellen ausser dem Bereich der Heizflamme liegen, je weniger die gespannten Theile zu springen geneigt sind, je leichter die Auswechselung schadhaft gewordener Theile, je bequemer die Reinigung bei genügender Weite des mit Register versehenen Erhitzungsofens, damit die Feuergase ungehindert emporströmen können. Wandstärke der Röhren 12—32 mm.

Nachstehende Apparate sind am häufigsten in Anwendung: **Gebräuchlichste Röhrenapparate.**

1. Liegende oder Wasseralfinger Apparate, aus mehreren Reihen horizontaler, durch Knierohre verbundener Röhren bestehend. Dieselben gestatten im Vergleich zu den stehenden Vorrichtungen eine leichtere Anwendung des Gegenstromprincipes und die allerdings zahlreichen, leicht zu Windverlusten führenden Verbindungsstellen liegen besser ausserhalb des Heizraumes, dagegen werden die unteren, bei Stichflamme mit Thonschutz zu umgebenden Röhren bei directer Feuerung stärker erhitzt als die oberen, die Röhren bedecken sich leichter mit Flugstaub und müssen öfters gereinigt werden; auch biegen sie sich bei kreisförmigem Querschnitt, wenn **Liegende Apparate.**

Fig. 100.

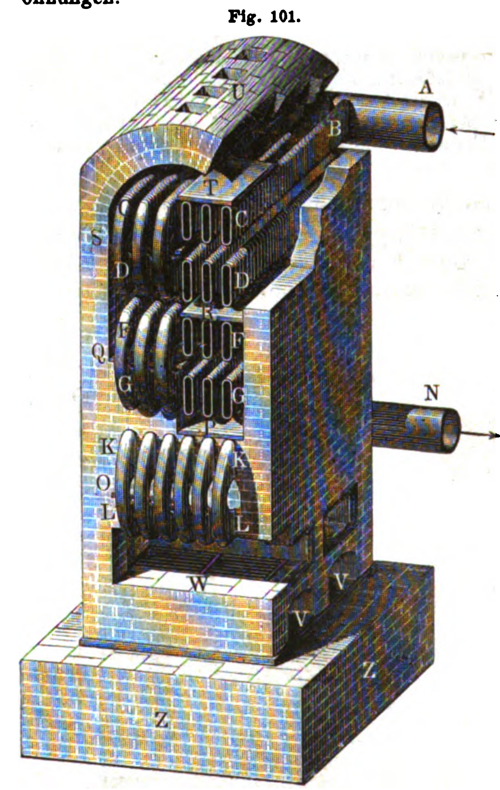


[1] Åkerman-Tunner, Studien über die Wärmeverb. d. Eisenhohofenprocesses 1872, S. 57.

sie über 2 m. Länge haben, durch ihr eigenes Gewicht leicht durch. Grösseren Widerstand leisten auf die hohe Axe gestellte, aber grössere Reibuug herbeiführende ovale Röhren bei minder leichtem Ansatz von Flugstaub. Durch Vertheilung des Windes aus dem Hauptrohr in mehrere, sich demnächst wieder vereinigende Röhrenstränge lassen sich grössere Windmengen mit minderer Reibung bewegen und vergrössern (Westphälischer Apparat.)

Beispiele. Alter Wasseralfinger Apparat (Fig. 100).[1] *A* Eisenhohofen. *a* Gichtgasabzug, mit Schieber versehen. *b* Heizraum mit den Windröhren *r*, deren Knierohre ausserhalb des Apparates *f*. *c* Schlot mit Klappe *d*. *e* Luftzuführungsöffnungen.

Fig. 101.



Langen'scher oder Westphälischer Apparat (Fig. 101). *Z* Fundament, darüber ein 6.9 m. hoher, 2.8 m. breiter und 3.1 m. langer Ofen mit 6 Röhrensträngen *B*, *C*, *D*, *F*, *G*, *K*, *L*, durch die die Feuergase circuliren lassenden Scheidewände *O*, *P*, *Q*, *R*, *S*, *T* getrennt. Röhrenreihen von 4—6 Röhren 13—26 cm. übereinander, die Röhren von 1.5—3 m. Länge, 26—37 cm. Weite und 2—4 cm. Wandstärke. *W V* Feuerungen. *U* Züge für die Feuergase. *A* Eintritt des kalten, *N* Austritt des heissen Windes (Westphalen[2]), Anina[3]) etwas modificirt.) Durch die Vertheilung des Windes in mehrere Stränge wird zwar der oben erwähnte Vortheil erreicht (S. 150), aber der Apparat hat den Uebelstand, dass sämmtliche Krümmlinge innerhalb des Heizraumes liegen, was bei dem nachstehenden Apparate vermieden ist.

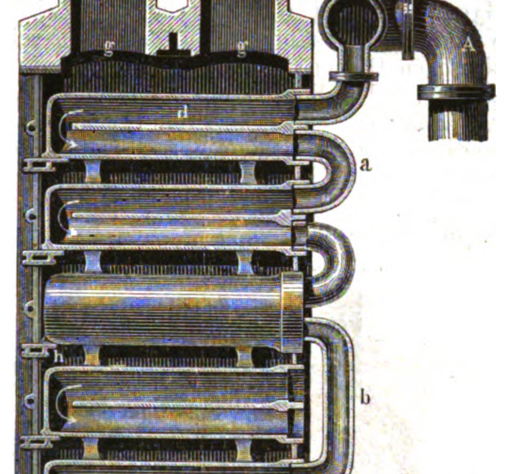
Lothringer oder Karcher'scher Apparat[4]) (Fig. 102), bei welchem die fest eingemauerten Krümmlinge *a* ausserhalb des geheizten Raumes liegen, während die elliptischen Röhren, durch Scheidewände *d* getheilt, an ihrem hintern Ende lose aufliegen und sich ausdehnen könnten, ohne das Mauerwerk zu zerstören. Beim Schadhaftwerden kann eine Röhre ganz ausgeschaltet werden durch Anwendung längerer Krümmlinge *b*. *A* Windeintrittsrohr. *B* Windaustrittsrohr. *e* Rost. *f* durchbrochene Gewölbe, unter welche in einem Nebenraum verbrannte Hohofengase eingeleitet werden. *e* Hülfsfeuerung, auf welcher bei Stillständen zur Verhütung von Explosionen Brennmaterial brennt. *c* mit Sicherheitsklappen verschlossene Oeffnungen. Eine grössere Zahl mit Schiebern versehener Oeffnungen dient zum häufigen Reinigen der 6 × 7 = 42 Röhren. *g* Essen. Röhren innen 0.15 m. weit, 0.65 m. hoch und 2.395 m. lang, Wandstärke 0.025 m., Gewicht 600 kg., Dicke der Scheidewand 0.025 m., Wärmfläche einer Röhre 3.035 qm.,

1) Åkerman-Tunner, c. l. S. 55. 2) B. u. h. Ztg. 1868, S. 410; 1872, S. 130. Berggeist 1867, No. 28, 32 Preuss. Ztschr. Bd. 19, Taf. 5. Kerpely, Fortschr. 5, 87. 3) B. u. h. Ztg. 1871, S. 302. 4) B. u. h. Ztg. 1874, S. 179.

Windtemperatur 420° C. (Werke von Karcher und Westermann zu Ars sur Moselle, Novéant, Metz & Co. zu Dommeldingen in Luxemburg, Neunkirchen, v. Born'sche Hütte bei Dortmund, Niederrheinische Hütte u. s. w.).

Rhonitzer Apparat[1]), aus concentrischen Röhren bestehend, welche von Innen und Aussen geheizt werden, während der kalte Wind den ringförmigen Zwischenraum durchzieht, sehr wirksam. Metz & Co. in Dommeldingen (Luxemburg) haben nach dem System der Locomotivkessel eingerichtete Apparate.

Fig. 102.



Stehende Apparate.

2. Stehende Apparate. Bei dem Repräsentanten dieser Gruppe stecken eine Reihe stehender gebogener engerer Röhren mit ihren Enden in zwei weiteren parallelen horizontalen Röhren oder Kästen (schottischer, Calderscher, Syphon-, Hosenröhrenapparat). Verticale Röhren lassen sich dünner giessen als horizontale, erhitzen sich in Folge dessen stärker, oxydiren sich weniger, Flugstaub setzt sich weniger leicht ab und durch die vielfache Vertheilung des Windes nimmt dessen Geschwindigkeit ab. Dagegen springen die ganz im Innern des geheizten Raumes liegenden unzugänglichen Röhren leicht am Knie, was dadurch vermieden wird, dass man zwei Reihen einander gegenüber stehender, am oberen Ende sich nicht berührender Röhren mit Scheidewänden im Innern auf parallelen horizontalen Kästen anordnet (Pistolenapparate), wobei aber der Wind scharfe Wendungen machen muss. Für höhere Windtemperaturen (500—600° C.) vertheilt man den Wind in mehrere Doppelapparate, deren jeder aus einer Röhre oder einem horizontalen rectangulären Kasten mit Rohransätzen besteht. Letztere sind durch je zwei hufeisenförmige, in parallelen Reihen stehende Röhren ver-

1) Rittinger's Erfahr. 1864.

bunden und es befinden sich in den horizontalen Kästen Scheidewände, die zwischen je 2 Rohransätzen desselben Syphons angebracht sind. Es muss somit bei diesen Apparaten mit einfacher Rohrleitung die ganze Luftmenge auf- und absteigend allmälig die ganze heberartige Röhrenreihe durchstreichen (Clarenceapparat, Gjer's Apparat[1]) in Cleveland, auf Friedauwerk, Apparat auf Hütte Vulkan[2]), in Lothringen u. s. w.). Noch wirksamer sind auf französischen Hütten[3]) angewandte Apparate dieser Art mit vielfacher Leitung bei Röhren mit wachsendem Querschnitt und methodischer Erwärmung, indem der Wind nach einander mehrere Abtheilungen eines aus 36 verticalen Röhren mit Scheidern und aus horizontalen rectangulären Kästen bestehenden Apparates passirt. Nach ähnlichem Principe sind Apparate mit Reihen verticaler Schlangenröhren construirt (Siebenbürgen)[4]).

Fig. 103.

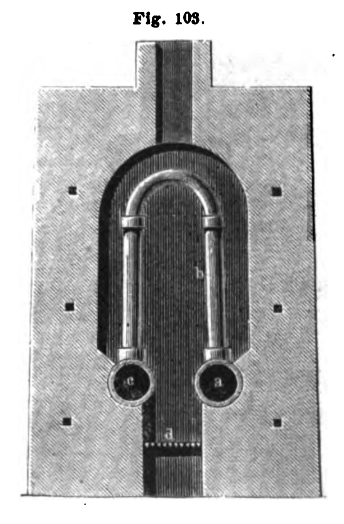


Fig. 104.

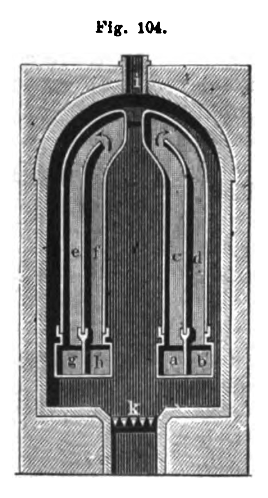
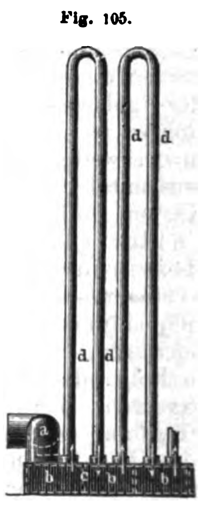


Fig. 105.



Beispiele. Calderapparat (Fig. 103). *a* Grundröhre zur Aufnahme des kalten Windes, welcher durch die Syphonröhren *b* nach der Grundröhre *c* zieht und von hier erhitzt austritt (England, Schottland[5]), Amerika, Oberschlesien[6]) u. s. w.). Oberschlesischer Apparat: 36 in 2 Reihen bei 195 mm. Entfernung neben einander stehende elliptische Röhren, von 160 und 65 mm. Weite und 1.25 m. Schenkellänge; Rostbreite für jede Reihe 310 mm.

Pistolenapparat[7]) (Fig. 104). *a* und *h* Kastenabtheilungen für den Eintritt des kalten Windes, welcher durch *c* und *f* auf-, durch *d* und *e* hinab in die Abtheilungen *b* und *g* steigt und aus diesen erhitzt in ein gemeinschaftliches Windrohr gelangt. *i* Schlot. *k* Rost (Schottland, Westphalen, Oberschlesien u. s. w.). Oberschlesien[8]): 52 Röhren à 4.47 m. lang mit 239.3 qm. Heizfläche, 14.23 cbm. Windinhalt des Apparats, Inhalt des vom Feuer getroffenen Theiles 9.83 cbm., Weg des Windes im Apparat 21 m. Erhöhter Pistolenapparat bei Metz & Co. zu Esch in Luxemburg.

---

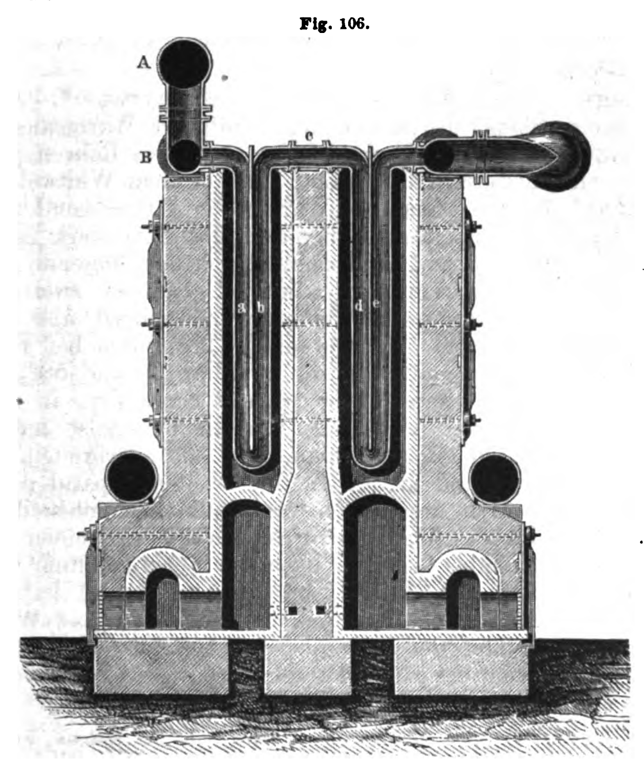
1) B. u. h. Ztg. 1870, S. 26, 180; 1873, S. 134, 203; 1875 (Ekman). Gruner, Études sur les hauts-fourneaux 1870, Taf. 2. 2) Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. Bd. 18, Taf. 19. 3) B. u. h. Ztg. 1873, S. 209. 4) B. u. h. Ztg. 1872, S. 129. 5) Kerl, Met. 1, 648. Preuss. Ztschr. 14, 308. B. u. h. Ztg. 1868, S. 152; 1873, S. 202. Kerpely, Fortschr. 3, 72; 5, 92. 6) B. u. h. Ztg. 1861, S. 341. 7) B. u. h. Ztg. 1861, S. 46; 1862, S. 239; 1868, S. 152, 153, 3589; 186, S. 20. Kerpely, Fortschr. 5, 89. 8) Preuss. Ztschr. 22, 273.

Gjer's Apparat (Fig. 105). *a* Windeintrittsrohr, welches den Wind in 2 horizontal neben einander hin laufende Kastenreihen *b* vertheilt, auf denen die Röhren *d* stehen. *c* Scheidewände in den Kästen. Nachdem die Luft 6 Röhrenpaare passirt hat, gelangt dieselbe in die zweite parallele Abtheilung mit gleicher Röhrenzahl. Auf steyerschen Hütten hat der Apparat keine lange Dauer gezeigt, lässt sich auch nicht so leicht putzen wie ein Lothringer und ist theurer.

Hängende Apparate.

3. **Hängende Apparate.** Dieselben, nach Percy von Levick in Südwales zuerst (1859) ausgeführt, können sich im Vergleich mit den schottischen gleichmässiger ausdehnen und gestatten, aber nur bei hinreichender Röhrenhöhe, eine gute Wärmeausnutzung bei bequemem Auswechseln schadhafter Theile während des Betriebes. Der Wind muss aber scharfe Biegungen machen, die unteren Knierohre leiden durch die Stichflamme sehr, entstandene Risse erweitern sich schnell und der Apparat eignet sich gar nicht für höhere Temperaturen, z. B. 400°.

Fig. 106.



Beispiele.

Schlesischer Apparat[1]) (Fig. 106). *A* Hauptwindleitungsrohr, in das Vertheilungsrohr *B* mündend, aus welchem der Wind in den Zwillingsröhren *a*, *b* und *d*, *e* mittelst des Verbindungsstückes *c* circulirt, dann wieder in ein Hauptrohr gelangt. Weite der ersten Röhre 189, der vierten 248 mm. Anzahl der Röhren 36 à 4.4 m. hoch mit 186.3 qm. feuerberührter Fläche, Windinhalt des Apparates 8.95 cbm., Inhalt des vom Feuer getroffenen Theiles 6.195 cbm., Weg des Windes 18.2 m., Windtemperatur 437°. Aehnliche Apparate zur Georg Marienhütte (Verbesserungen: Verbindung der Röhren nicht durch Flanschen, sondern durch Muffen; jedes Rohr hängt für sich an einem über das Mauerwerk gelegten

1) B. u. h. Ztg. 1869, S. 20, 146, 147. Preuss. Ztschr. 22. 273 (Gleiwitz).

Kasten; unterhalb der Muffe ist der Apparat mit gusseisernen Platten abgedeckt, welche lose auf den an die Rohre angegossenen Muffen liegen; der Kasten selbst ist mit Blechplatten abgedeckt. Es liegen also die Muffen ausserhalb des Feuers, der Kasten wird nicht beschädigt, die zwischen den beiden Abdeckungen befindliche Luftschicht vermindert die Wärmestrahlung und durch Lösen der Muffe kann leicht ein gesprungenes Rohr ausgewechselt werden), auf Heinrichshütte und Kreuzthal im Siegenschen.[1])

Eine Vergleichung dieses Apparates[2]) zu Königshütte mit anderen Vorrichtungen hinsichtlich des Nutzeffectes — nach der Zeitdauer, während welcher eine gleiche Erhitzung stattfand, normirt — ergab folgende Resultate: Hosenröhrenapparat (No. 1) am ungünstigsten, am günstigsten Hängeröhrenapparat (No. 2) mit 36 Röhren, dann doppelter Pistolenapparat mit 52 Röhren (No. 3), dann einfacher Pistolenapparat mit 32 Röhren (No. 4), dann westphälischer Apparat mit 39 elliptischen Röhren (No. 5) und neuer doppelter Pistolenapparat mit 52 Röhren (No. 6); Reihenfolge hinsichtlich der Dauer No. 2, 6, 4, 3, 1, 5.

Regeneratorapparate.

B. Ziegel- oder Regeneratorwindapparate.[3]) Zur Erzielung höherer Temperaturen und vollständigerer Wärmeausnützung als in eisernen Röhren (die verbrannten Gase aus Röhrenapparaten entweichen mit mindestens 500—600, die aus dem Whitwellapparat mit etwa 200°) überträgt man die Wärme von verbrennendem festen oder gasförmigen Brennmaterial auf feuerfestes Mauerwerk nach dem Siemens'schen Princip und lässt dann durch das glühende Material die Luft behuf der Erwärmung streichen. Es müssen zwei Regeneratoren vorhanden sein, welche abwechselnd geheizt und von der Luft durchstrichen werden (Wechsel alle 1—2 Stunden bei Temperaturschwankungen in der Lufterhitzung zwischen 20 und 50°). Cowper[4]) hat 1860 in Cleveland einen Apparat construirt, in welchem durch einen Centralcanal im Regenerator die Feuergase aufsteigen, dann nach unten durch ein Gittermauerwerk sich verbreiten, bis die Steine heiss geworden, und hierauf in den zweiten Apparat abgestellt werden, während durch den ersten von unten nach oben die kalte Luft zieht. Fünf Jahre später construirte Whitwell[5]) einen Apparat mit gemauerten verticalen Canälen, nach der Schlangenlinie mit einander verbunden und abwechselnd von Feuergasen und kalter Luft durchstrichen. Aehnlich wie bei dem Calder'schen und Wasseralfinger System bildet der Cowper'sche Apparat eine grosse Anzahl enger und verhältnissmässig kurzer Züge, der Whitwell'sche einen langen schlangenförmigen Canal.

Vergleichung der verschiedenen Apparate.

Trotz der grösseren spec. Wärme des Thones, als des Eisens, welche den Effect erhöht, muss man nach Gruner, um in der kurzen Wechselzeit von 1 - 2 St. den Wind nahezu auf dieselbe Temperatur zu bringen, wie den Thon, diesem eine grössere Oberfläche geben (bei Cowper 18—20 qm. auf 1 cbm. Luft pro

---

1) Kärnthn. Ztschr. 1872, S. 31. 2) B. u. h. Ztg. 1869, S. 147. Preuss. Ztschr. 22, 274. 3) B. u. h. Ztg. 1873, S. 210. Oest. Ztschr. 1861, No. 13; 1872, S. 355. Chenot, sur le chauffage à haute température de l'air comprimé etc. Paris, Lacroix 1873. Kärnthn. Ztschr. 1871, No. 4. Percy, Metallurgy, Iron p. 674. 4) B. u. h. Ztg. 1860, S. 428, 482; 1871, S. 132; 1872, S. 440; 1873, S. 134, 210. Oest. Ztschr. 1872, S. 355. Dingl. 158, 200, Taf. 3. 5) B. u. h. Ztg. 1870, S. 418, 436; 1872, S. 441; 1873, S. 9, 134, 221; 1874, S. 233. Oest. Jahrb. 20, 284, 287. Oest. Ztschr. 1872, S. 355. Berggeist 1869, No. 93. Kerpely, Ausst.-Ber. S. 43 (Abbild.) Graphische Darstellung der Erfolge: Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 18, 187. Gruner, Études u. s. w. Taf. 4. Åkerman-Tunner, Studien S. 65.

Min., bei Whitwell 7—8 qm., bei Röhrenapparaten 1—5 qm.), so wie dem Wind, wegen minderer Wärmeleitungsfähigkeit des Thones, eine geringere Geschwindigkeit (resp. 0.15 – 0.20 und 1.5 – 2 m.), welcher Unterschied durch verschiedene Längen der durchlaufenen Räume ausgeglichen wird (resp. 8—16 gegen 60 m.). Während das Gewicht der Steine pro cbm. in der Min. zu erwärmender Luft 3000 kg. ist, so beträgt dasselbe bei Röhrenapparaten nur 300—1000 kg. Obgleich die Erwärmung wegen grösserer Heizfläche und der Druckverlust beim Cowperapparat sich günstiger stellen, so zieht man doch den Whitwellapparat meist vor wegen sehr zweckmässiger Ausnutzung der Hohofengase und Erzielung einer Temperatur von 700° C., grösserer Solidität und leichterer Zugänglichkeit behuf der Reinigung, welche ohne längeren Aufenthalt erfolgen kann und keinen dritten Hilfsregenerator, wie bei ersterem Apparat, erforderlich macht. Der Druckverlust in eisernen Apparaten ist an 4 mal so gross (0.01—0.02 m Quecksilbersäule), als der im Whitwellapparat (0.005 m.). Bei dem langen Wege von 60 m. und der mittleren Geschwindigkeit des Windes von 1.60 m. erfordert der Whitwellapparat einen schärferen Zug, somit einen höheren Schornstein zur Erhitzung durch die Feuergase (bei Anwendung horizontaler Züge wahrscheinlich zu verbessern). Die Anlagekosten beider Apparate sind nahezu gleich. Das passendste Brennmaterial liefern von Flugstaub gereinigte Gichtgase[1]), noch besser sind die allerdings theureren Generatorgase[2]) wegen gleichmässigerer Qualität und geringeren Gehaltes an Flugstaub (namentlich fehlendem Zinkrauch), welcher, besonders von Cokeshohöfen, die feuerfesten Ziegel stark angreift. Cowper'sche Apparate werden bei Steinkohlenfeuerung durch Theer und bei Gichtgasen durch Flugstaub leichter verstopft, als Whitwell'sche und lassen sich, wie bemerkt, schwieriger reinigen Der Uebelstand, dass bei stärkerem Gasverbrauch durch äussere Abkühlung im Whitwellapparate ein nicht unerheblicher Temperaturverlust des erhitzten Windes entsteht (bei 600° heissem Winde z. B. an 18 Proc.), lässt sich nach Gmelin[3]) dadurch bedeutend vermindern, dass man das Mantelgemäuer verstärkt und eine lockere Füllung darin anbringt. — Wenngleich dem Principe nach die vollkommensten der bis jetzt bekannten Winderhitzungsapparate, so sind dieselben doch erst eine verhältnissmässig so kurze Zeit (etwa 5 Jahre) in Anwendung und in den einzelnen Theilen noch nicht so vollständig ausgebildet, dass dieselben sich unter allen Umständen empfehlen, weshalb man auf mehreren neueren Werken die eisernen Apparate lieber verbessert hat, welche auch in vielen Fällen hinreichende Temperaturen von 400 — 600° C. liefern können (z. B. veränderte Clarenceapparate zu Dommeldingen in Luxemburg und zu Unterwellenborn in Thüringen). Als Uebelstände der Whitwellapparate sind zu bezeichnen: die Schwierigkeit des dichten Schlusses der Ventile beim Temperaturwechsel, die hohen Anlagekosten, welche sich bei 4 Apparaten für einen Hohofen an 168,000 M. belaufen, und das Erforderniss von noch besonderen Heizapparaten oder Generatoren, um dem nachtheiligen Einfluss der Verminderung der Windtemperatur bei eintretendem Rohgange entgegen zu wirken. Für Oesterreich[4]) stellen sich die Röhrenapparate um 25—30 Proc. billiger als Whitwell'sche, da für einen Hohofen mit 189 cbm. effectiver Windmenge 4 Whitwellapparate nicht unter 120,000 M., wohl aber 3 Röhrenapparate mit 539.5 qm. Heizfläche für 72,000—80,000 M. sich bauen lassen.

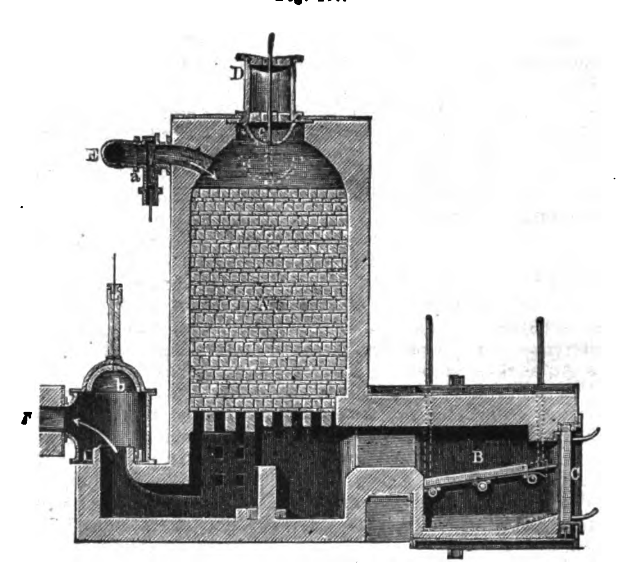
Beispiele.

Cowper's Apparat (Fig. 107). *A* gemauerter Regenerator mit in Zwischenräumen regelmässig aufgeschichteten feuerfesten Steinen gefüllt, welche durch die vom Roste *B* ausgehende Flamme glühend gemacht werden. Während die Feuergase durch die Esse *D* ausziehen, sind der Schieber *a* und das Glockenventil *b* geschlossen, das Ventil *c* in der Esse ist offen. Sobald die Steine glühend geworden, unterlässt man das Feuern, schliesst die Thür *C* hermetisch, desgleichen die Essenklappe *c*, öffnet dagegen den Schieber *a* und das Ventil *b* und lässt durch das Rohr *E* kalte Gebläseluft eintreten. Beim Durchstreichen der Steine erhitzt sich dieselbe und zieht durch *f* ab nach dem Ofen. Während dieser Zeit wird ein zweiter Apparat in gleicher Weise befeuert, bis die Steine im ersten erkaltet sind, worauf durch passende Ventilstellung die kalte Gebläseluft durch den zweiten Apparat dirigirt wird. Zweckmässiger, als directe Feuerung, wendet man reine Gicht- oder Generatorgase an.

1) Berggeist 1869, No. 93. 2) Kerpely, Fortschr. 2, 88. Kärnthn. Ztschr. 1874, S. 169. 3) Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 18, 99. 4) Kärnthn. Ztschr. 1874, S. 169.



Fig. 107.

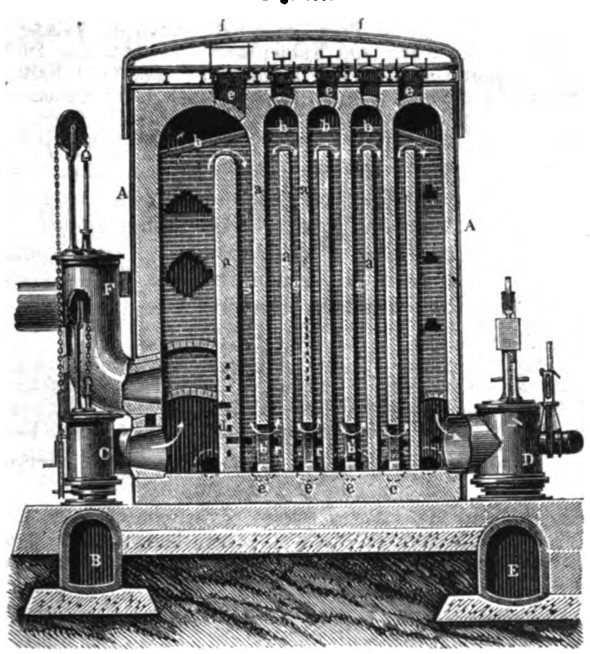


Der Cowperapparat steht u. A. in Anwendung zu Creusot in Frankreich, zu Mezières bei Metz und auf der Dortmunder Hütte.

Whitwell's Apparat (Fig. 108). *A* mit feuerfesten Steinen ausgefütterter Blechcylinder. *a* Scheidewände mit abwechselnden Oeffnungen *b b'* oben und unten zur Communication der stehenden Canäle. *B* Canal, aus welchem gut gereinigte Hohofengase in den Ventilkasten *C* und daraus in den Cylinder gelangen, dessen Canäle durchstreichen und durch den Ventilkasen *D* zu dem nach der Esse führenden Canal *E* ziehen. Nach hinreichender Erhitzung des Cylinderinnern stellt man die Ventile in *C* und *D* so, dass sie die Canäle *B* und *E* schliessen, und leitet dann die Hohofengase in einen zweiten dergleichen Cylinder, dagegen aber den kalten Wind durch *D* in den ersten erhitzten Apparat und daraus auf 600—800° erhitzt durch den Ventilkasten *F* in den Ofen. *d* Luftzuführungsöffnungen. *r* Späheöffnungen. *e* nach aussen mündende verschliessbare Reinigungscanäle. *f* Blechkuppel. Die Ventile in den Gaszuführungscanälen und in den Leitungen werden durch Wasser kühl und dadurch dicht erhalten. — Ausser in England haben die Whitwellapparate Anwendung gefunden in Lothringen (Lothringer Eisenwerke zu Ars), in Luxemburg (Hayange, Esch), auf dem Friedauwerk in Steyermark, in Rheinland-Westphalen (Johannishütte bei Duisburg, Hörder Hütte, Gutehoffnungshütte bei Sterkerade, Dressler in Siegen, Bergwerksgesellschaft Germania bei Deutz), auf der Grusonschen Schwarzenberger Hütte u. a. Auf den Lothringschen Werken zu Ars sur Moselle giebt man in dem 15 m. hohen, 4.8 m. im Kohlensack, 4.03 m. an der Gicht und 1.4 m. im Herde weiten 4förmigen Hohofen Gichten von 4400 kg. Minette, 720 kg. Kalk und 1900 kg. Cokes, und braucht bei 32 Proc. Ausbringen auf 1000 kg. Roheisen 1350 kg.

Saarbrücker Cokes bei Wind von 400° C. — Zu Hayange gehen auf 1000 kg. Roheisen bei 600—700° Windtemperatur 1100 kg. Cokes.


Fig. 108.



Mit derselben Menge Brennstoff, mit welcher früher Weisseisen erfolgte, erzeugt man jetzt bei Whitwellapparaten Graueisen. — Zu Esch[1]) in Luxemburg (bei Metz & Co.) vermeidet man eine zu hohe Windtemperatur wegen Reduction von zu viel Phosphor aus der Minette und wendet einen, Wind von 350° C. liefernden stehenden Röhrenapparat an, während auf einem benachbarten Werke (Brasseur & Co.) Whitwellapparate vorhanden sind, die 550—560° Temperatur und eine Ersparung von 230—250 kg. Cokes auf 1000 kg. Roheisen geben; 4förmiger Ofen 20 m. hoch, Gicht 4 m., Kohlensack 7 m., Herd 2.15 m. weit, 450 cbm. Wind pro Min., Charge 9300 kg. Minette und 3200 kg. Cokes, 19—21 Chargen in 12 St., Ausbringen 30—31.5 Proc., Production bis 107,000 kg. in 24 St., auf 1000 Roheisen 1050—1100 Cokes. Auf den englischen Consettwerken ist die grösste Production 85—90,000 kg. bei 950—960 kg. Cokes auf 1000 kg. Roheisen.

31. Windleitungsröhren. Dieselben bestehen gewöhnlich aus Gusseisen, bei grösseren Weiten aus zusammengenietetem gefirnissten oder getheerten Eisenblech, seltener aus gemauerten Canälen bei geringerer Windpressung oder aus Cementröhren[2]), welche je nach ihrer Weite gleichzeitig als Windregulatoren dienen können. Röhrenmaterial.

1) B. u. h. Ztg. 1874, S. 294. 2) B. u. h. Ztg. 1873, S. 34.

Zum Schutze gegen das Rosten überzieht man Eisenwerk zweckmässig mit Eisenmennig[1]) (Eisenoxyd mit 25 Proc. Thon und gekochtem Leinöl) oder mit Zinkgrau[2]) und gekochtem Leinöl. — Wärme zusammenhaltende Ueberzüge: Lehm mit Stroh oder Werg; 2—3 cm. dicker Ueberzug von 30 Holzkohlenpulver, 30 fettem und 25 feuerfestem Thon, 3 Kuhhaare, 7 Roggenmehl, 3 gekochtes Leinöl; zu Gleiwitz: 50 Proc. zu Staub zerfallene kalkreiche Hohofenschlacke, 50 Proc. fetter Thon und Kälberhaare, von 65 mm. Dicke; Beschlag mit Holzleisten, darüber Gemenge von 1 Thon, 1 Chamotte, 1 Kalk, 1 Sand und Kuhhaare, darüber dünne Cementschicht, alles 470 mm. dick; Einlagern der Röhren in mit schlechten Wärmeleitern (Sand, Thon, Kieselguhr[3]), Gyps von Sodarückständen, Schlackenwolle[4]) u. s. w,) versehenen Räumen (Blechmantel, Holzverschalung).

Röhrenverbindung. Gusseiserne Röhrenstücke von 0.95—1.88 m. Länge werden mittelst Muffeln unter Verkittung oder Holzverkeilung oder durch Flanschen bei dazwischen gelegten Dichtungsmitteln (bei kalter Luft mit Fett getränkter Filz, Zinkgrau mit Leinöl gekocht oder mit Bleiringen, bei heisser Luft mit Eisenkitt oder Kupferdraht) verbunden. Letztere Methode, obgleich theuerer, gestattet ein leichteres Auswechseln der Röhren.

Röhrenkitte[5]) bei kalter Luft: Aetzkalk, Ziegelmehl und frischer Käse; Harzkitt, Oelkitt oder Schwefel; 6 Graphit, 8 Schwerspath, 3 gekochtes Leinöl; Zinkgraukitt. Für heisse Luft: 30—60 Eisenfeile, 1 Salmiak, 1 Schwefel; 15 Eisenfeile, 5 Lehm, 1 Kochsalz, 1 Essig; 2 Eisendrehspähne, 1 Thon, Essig.

Compensationen. Wegen variabler Ausdehnung der Röhren bei heissem Winde schiebt man in die Leitungen Compensationen ein.

Muffencompensation in Gestalt teleskopartig in einer Stopfbüchse sich schiebender Stücke; bei Flanschen tellerartige Ausbauchung derselben zur Erzielung elastischer Flächen; Einschaltung eines U förmig gebogenen kupfernen oder schmiedeisernen Rohres.[6])

Röhrenweite. Die Röhrenweite influirt auf die Windreibung, somit auf Druckverlust und Windmenge.

Hauptröhren gewöhnlich 390—525 mm. weit (als Regulatoren bis 2 m.) bei 6.5—8.7 mm. und 8.7—17.4 mm. Wandstärke, je nachdem die Röhren gerade oder krumm; längere Nebenleitungen 261—314 mm., kürzere 157—209 mm. weit. Weite nach Scheerer $D = 1.131\sqrt{\frac{Q}{v}}$, worin Q Windmenge, v Windgeschwindigkeit (bei kurzen Leitungen und grösseren Mengen $v = 22$, bei langen Leitungen und schwachen Pressungen $= 10.8$ m.). Nach Rittinger und Redtenbacher Querschnittsverhältniss zwischen Windleitung und Kolben $^1/_{20}$ kei kaltem Wind; bei heissem Wind ist der Röhrentheil hinter dem Winderhitzungsapparat noch um $1 + 0.000367\ t$ ($t =$ Windtemperatur) zu erweitern.

Düsen. **32. Düsen und Windvertheilung.**[7]) Das aus Gusseisen, seltener aus Eisenblech[8]) bestehende Ende der Windleitung mit 12—16 fachem geringeren Querschnitt (Düse) giebt bei konischer Gestalt die geringsten Reibungswiderstände, somit den geringsten Druckverlust[9]) (grösster Ausflusscoefficient $= 0.86$ bei konischen Düsen mit 6° Seitenneigung und 5 mal so grosser Länge, als Weite im Mittel). Weite. Die Weite der Düsenmündung, 26—131, häufig 50—80 mm., beeinflusst Pressung und Menge des Windes und kann in ein und demselben Ofen bei den einzelnen Düsen variiren.

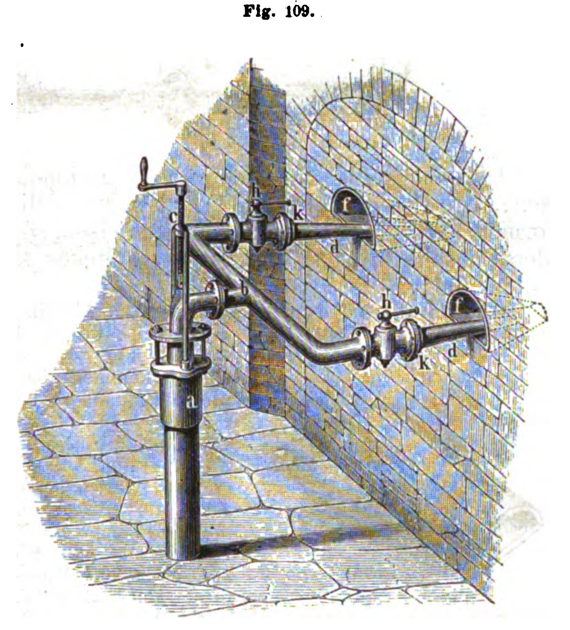
---

1) B. u. h. Ztg. 1867, S. 88. 2) Dingl. 168, 314. 3) B. u. h. Ztg. 1873, S. 192. 4) B. u. h. Ztg. 1873, S. 371, 407. 5) Kerl, Met. 1, 654. B. u. h. Ztg. 1862, S. 50, 327; 1867, S. 88, 208; 1870, S. 348, 355. Schädlichkeit schwefelhaltiger Kitte in Berggeist 1861, S. 22. 6) Kerpely, Eisenhüttenwes. Ungarns S. 162. 7) Jordan, Album du Cours de Métallurgie 1874, Taf. 45—47. Preuss. Ztschr. 22, 272 (Gleiwitz). 8) Preuss. Ztschr. 14, 304. 9) Kerl, Met. 1, 657.

Hintere Form zuweilen enger als Seitenformen, eine engere Düse für kalten Wind, ersteren Falls um den gepressteren Wind zur Wärmung des Vorherdes mehr nach vorn zu bringen, letzteren Falls um weniger graues Eisen zu erzeugen (Phönixhütte). Selten zwei Düsenreihen, eine im Gestell und eine in der Rast, über einander (Antonienhütte in Oberschlesien[1])).

Bei unter der Hüttensohle gelegenem Windleitungsrohre stehen auf demselben die Wind- oder Düsenständer, Wind- oder Düsenstöcke, und von ihnen gehen die Düsen nach den Formen hin aus, (Fig. 27, 28, 109) oder behuf bequemeren Zugangs zu den Formen liegt die Windleitungsröhre über denselben und es führen Zweigrohre (Kniestücke) mit Düsenansätzen nach den Formen (Fig. 32, 33, 37, 42, 110). Mittelst Kugelgelenks und teleskopartiger Verschiebbarkeit der Düse bei Anwendung von Zahnstangenbewegung wird dieselbe beweglich gemacht.[2]) Behuf Regulirung der den Düsen zuzutheilenden Windmengen befinden sich in den Windstöcken und hängenden Zweigrohren Schieber, Hähne (Fig. 109), Drosselklappen (Fig. 42, 110) oder Kegelventile. Eine mit Glas oder Glimmer geschlossene Späheöffnung in der Düsenaxe im Knierohr dient zum Formstören, Einbringen eines Pyro- oder Manometers u. s. w. (Fig. 110). Zuweilen befindet sich auf dem Knierohr ein Sicherheitsventil. **Düsenlage und Windvertheilung.**

Fig. 109.



Stehender Windstock (Fig. 109). *a* Windstock. *b* zweiarmiges Kniestück, mittelst Schraube *c* auf und nieder zu stellen. *h* Ventilhähne. *k* Nuss zur Beweglichmachung der Düsen *d*. *f* Formen.

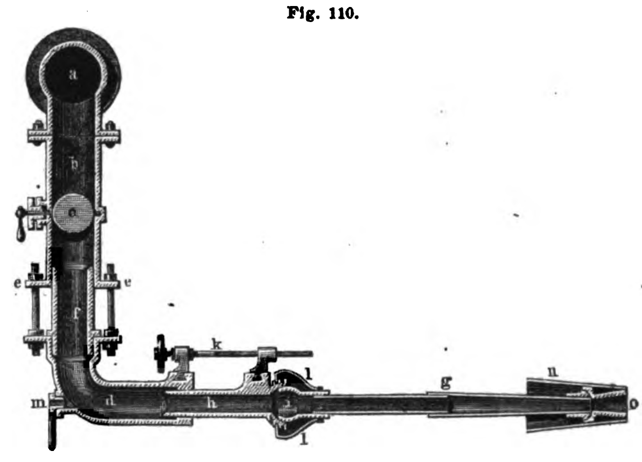
Hängender Windstock (Fig. 110). *a* Hauptwindleitungsrohr, z. B. 0.628 m. weit und in $^1/_3$ der Schachthöhe. *b* Zweigrohr oder Stutzen mit Drosselklappe *c*. *d* Knierohr mit Späheöffnung *m*, mittelst Schraubenmuttern *e* auf und nieder beweglich, indem das dichtende Einsatzstück *f* in *b* hineinragt. *g* Düse mit dem Rohr *h* durch ein Kugelgelenk *i* verbunden und durch die Zahnstange oder Schraube *k* vor- und rückwärts zu schieben. *l* Federn zum Feststellen der Düse in den Vertiefungen des Randes von *h*. *n* Form. *o* Einsatz. Noch einfachere Düsenstöcke in England[3]) haben zwischen *b* und *f* ein Kugelgelenk.

33. Formen und Windmengen. Von der Gestalt eines abgestumpften Kegels (Fig. 112), seltener eines halbdurchgeschnittenen **Gestalt.**

1) Berggeist 1869, S. 303. B. u. h. Ztg. 1874, S. 330. 2) B. u. h. Ztg. 1861, S. 341; 1866, S. 138. Rittinger's Erfahr. 1863, S. 13. Kerpely, Eisenhüttenwes. Ungarns, S. 186. 3) B. u. h. Ztg. 1873, S. 177. Preuss. Ztschr. 14, 304.

abgestumpften Kegels (Fig. 111) bilden die Formen eine Ausfütterung der Formöffnungen im Gestell und geben der Düse eine unverrückbare Unterlage.

Fig. 110.

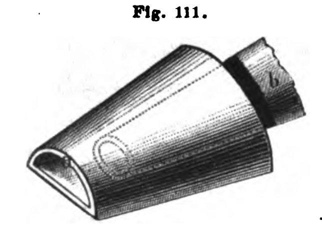


Einfache u. Wasserformen.

Dieselben sind des leichteren Wegschmelzens wegen seltener einfache, trockene *f* (Fig. 111), als mit circulirendem Wasser gekühlte Formen (Wasserformen) von Gusseisen, Schmiedeeisen[1]), Bronce[2]) oder Phosphorbronce[3]) hergestellt, seltener aus Kupfer[4]) oder feuerfestem Material.[5])

Gusseiserne Formen werden durch Abnutzung leicht leck, und es setzen sich Ansätze leicht daran fest. Schmiedeiserne Formen mit geschweissten Nähten sind zwar dauerhafter, wenn sie dicht sind, bekommen aber leicht Ansätze und es geben die in England so beliebten schmiedeisernen Spiralformen häufigen Anlass zum Auswechseln. Broncene Formen von etwa 524 mm. Länge, obgleich in der ersten Anlage theuer und schwer gut zu giessen, halten besser, geben weniger leicht Ansätze am Rüssel und Incrustationen, die sich durch Hammerschläge oder Glühendmachen des Formrüssels und Eingiessen von kaltem Wasser ablösen lassen. Phosphorbronce übertrifft alle diese Materialien durch Zähigkeit, Dichtigkeit, Ertragen von Temperaturwechsel und Widerstand gegen Ansätze, ist aber theurer als Bronce, welche letztere bei gutem Guss (z. B. von Dango und Dienenthal in Siegen) und sorgfältiger Reinhaltung, am besten durch Ausspritzen unter hohem Druck und continuirlichem Wasserzufluss fast unzerstörbar ist. Auch kupferne Formen sind sehr dauerhaft und reparaturfähig (Gleiwitz).

Fig. 111.



Kühlvorrichtung.

Die Kühlung mit Wasser geschieht seltener dadurch, dass man das Wasser in einer schmiedeisernen, von Gusseisen umgossenen Spirale[6]) oder in einer um den Gusseisenkörper herumgelegten Spirale circuliren lässt[7]), als dass man in den Hohlraum der Form *b* (Fig. 112, 113) an der Vorderseite und zwar bei unreinem Wasser unter starkem Druck (Gleiwitz) unten kaltes Wasser durch ein

1) B. u. h. Ztg. 1855, S 199; 1868, S. 250; 1874, S. 61. 2) B. u. h. Ztg. 1866, S. 287; 1868, S 250; 1869, S. 139; 1872, S. 337; 1874, S. 61, 79, 109. Oest. Ztschr. 1866, S. 79; 1867, No. 17. Berggeist 1871, No. 48. Kerpely, Ausst.-Ber. S. 53. 3) B. u. h. Ztg. 1874, S. 61, 79, 415. Kerpely, c. l. S. 54. 4) B. u. h. Ztg. 1868, S. 200. Preuss. Ztschr. 22, 273. 5) B. u. h. Ztg. 1870, S. 140. 6) Preuss. Ztschr. 14, 305. 7) Polyt. Centr. 1859, S. 190.

Rohr eintreten und oben zweckmässig so in ein Gerinne oder ein Trichterrohr abfliessen lässt, dass man den Abfluss beobachten kann. Eine sehr kräftige Kühlung findet statt, wenn man den Wasserstrahl durch ein verlängertes Rohr direct gegen das möglichst dünne Vorderende (Rüssel, Maul) treten lässt. Je gleichmässiger die Wandstärken, um so weniger leicht reissen die Formen.[1])

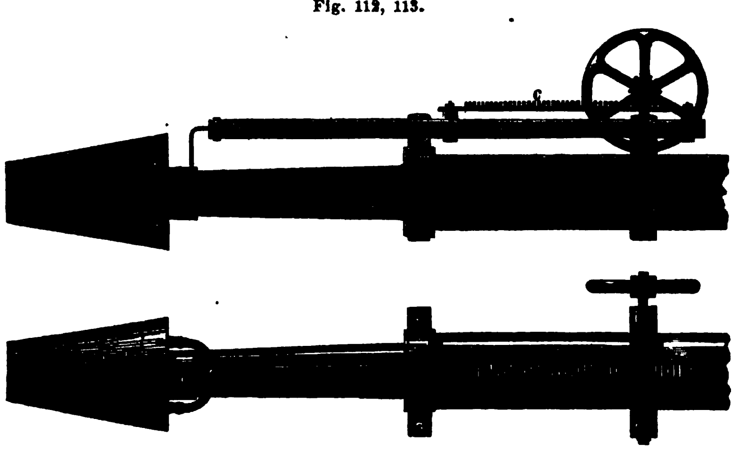
Explosionen.

Durch Leckwerden der Formen (in Folge schlechter Fabrikation, Abschleifen des Rüssels durch die herabgleitende Beschickung, Ansatz von Pfannenstein bei unreinem Wasser, Mangel an Wasser u. s. w.) können gefährliche Explosionen[2]) entstehen, weshalb man die Formen sorgfältig prüfen[3]), möglichst reines Wasser anwenden oder dasselbe in den vorn offen gelassenen ringförmigen Formraum nur einspritzen muss (Tarnowitz, Hodgett's Form).[4]) Auch setzt man wohl bei gewöhnlichen Wasserformen Spritzvorrichtungen in Thätigkeit, wenn dieselben durchbrennen wollen (Westphalen, v. Born'sche Hütte).

Geschlossene Formen.

Um ein Zurückprallen des Windes aus der Form zu verhüten, wird der Zwischenraum zwischen Form und Düse so verschlossen, dass man behuf Räumens der Form u. s. w. den Verschluss jeder Zeit aufheben kann.

Fig. 112, 113.



Beispiele.

Verschliessen des Zwischenraumes durch eingeworfene Thonpatzen; Einschieben eines mittelst Zahnstange *c* (Fig. 112, 113) beweglichen Ringes *d* zwischen Form *b* und Düse *a*; Einschieben der beweglichen vorn mit einem Wulst (Bund) versehenen Düse in die Form (Gleiwitz, Kladno[5]), Fig. 42) oder mit ihrem abgerundeten Ende gegen einen entsprechend gestalteten Formeinsatz *o* (Fig. 110), welcher die Fortsetzung der Düse bis in den Ofen bildet und eine Querschnittsveränderung leicht zulässt (Siegen, Rhonitz, Veckerhagen u. s. w.)[6]); Anschluss der teleskopartig verschiebbaren Düse mittelst eines trichterartigen Rüssels an die Aussenmündung der 314 mm. weiten Wasserform (Ilseder Hütte Fig. 33)[7]); Oeffnen und Schliessen einer Klappe zwischen Düse und Form (Witkowitz).

Formlage.

Hinsichtlich der Lage der Form kommt in Betracht:

a. deren Höhe über dem Sohlstein, welche um so beträchtlicher sein kann, je leichter die Massen im Herd flüssig bleiben und je mehr das Roheisen gegen den Wind zu schützen ist, deshalb höher bei Giesserei- als bei Frischroheisen[1]) (bei Holzkohlenöfen 31—52, bei Cokesöfen 78—94 cm.);

---

1) B. u. h. Ztg. 1868, S. 151. 2) B. u. h. Ztg. 1860, S. 38; 1873, S. 286. Schles. Wochenschrift 1859, No. 23. 3) B. u. h. Ztg. 1873, S. 317; 1874, S. 79. 4) B. u. h. Ztg. 1870, S. 447. 5) B. u. h. Ztg. 1871, S. 284. 6) B. u. h. Ztg. 1869, S. 453. 7) Kerpely, Ausst.-Ber. S. 40.

b. deren Richtung gegen den Horizont. Gewöhnlich horizontal, können die Formen für Frischroheisen etwas Stechen, für Giessereiroheisen ein geringes Ansteigen (3—14°) erhalten, wobei die Gichten aber rascher herabgeholt werden. Ein Gegengewicht an einem Stabe, der unten am weiten Ende der Form befestigt ist, hält die letztere beim Ausbrennen des Ofens in ihrer ursprünglichen Richtung (Neunkirchen);

c. der Axenrichtung in der Horizontalebene. Zweckmässig richtet man die Formen auf die Mittel der Schmelzräume, welche ca. 39 cm. vom Formmaule entfernt sind[2]);

d. die Entfernung von Düsenmündung und Formrüssel, von Einfluss auf die Kühlung des Formrüssels, das Zurückprallen des Windes, die Spannung der Gase im Ofen u. s. w.

e. Das Einragen in den Herd behuf Abkühlung der Gestellsteine (Gleiwitz).

Formenzahl.

Die Formenzahl[3]) hängt hauptsächlich von der Weite des Gestelles und damit von der Grösse der Production ab, kann jedoch für dieselbe Windmenge bei verändertem Querschnitt variiren.

Während Holzkohlenöfen gewöhnlich 1—3 Formen besitzen, so haben Cokes- und Steinkohlenöfen 3—8, manche Anthracitöfen bis 12. Eine Form kommt in der Rückseite zu liegen; von zweien je eine in die Wangen, so dass sich die Windstrahlen nicht treffen; eine zukommende dritte, zuweilen engere Form legt man in etwas höherem Niveau in die Rückseite; bei 4 Formen 2 in die Hinter- und je eine in die Seitenwände; eine 5. zuweilen in die Vorderwand oberhalb der Brust. Mehrere Formen vertheilt man bei rectangulärem Herd auf die beiden langen Seiten und die Rückseite, bei rundem Herd symmetrisch. Mit der Anzahl der Formen wachsen die Windverluste, die Schwierigkeit des Ueberwachens, die Reparaturen u. s. w., weshalb neuerdings in Westphalen, Belgien, Luxemburg, Lothringen, England u. a. von mehreren meist auf 2—4 Formen von 0.15 m. Durchmesser zurückgegangen ist, indem auch bei zu viel und zu dünnen Strahlen der Wind nicht gehörig in die Mitte dringt; z. B. in Neunkirchen 2—3 Formen von 15 cm. Weite bei 1.55 m. Wassersäulenpressung und Oefen von 12.55 m. Höhe, 3.25 m. Gichtweite, 5.65 m. Kohlensackweite und 1.5 m. Gestellweite mit 30,000 kg. Production; grosse Oefen in Luxemburg von 20 m. Höhe, 4 m. Gicht- und 7 m. Kohlensackweite mit 4 Formen. Russische Holzkohlenöfen von 12.55—15.69 m. Höhe, 1.88—2.82 m. Gichtweite, 0.63—0.78 m. Herdweite (zur Erzeugung grauen Roheisens) und einer Windmenge von 62—93 cbm. pro Min. haben 1—2, selten 3 Formen von 130 mm. Durchmesser.

Windmengen.

Ein Hauptfortschritt bei neueren Anlagen sind kräftige Gebläse, welche viel stark gepressten Wind dem Ofen zuführen.

Bei Mangel oder Uebermaass an Pressung entsteht leicht Eisenverschlackung begünstigendes Oberfeuer; entspricht die zugeführte Luftmenge der angewandten Brennstoffquantität nicht, so übt dieses auf Verbrennungstemperatur, Brennstoffverbrauch, Production und Roheisenqualität einen ungünstigen Einfluss aus.[4]) Bei zu viel Wind steigt ohne Vermehrung oder Verminderung der Production der Brennstoffverbrauch, die Gase entweichen zu rasch, Reduction und Kohlung werden beeinträchtigt.[5]) Auf Südwaleser Hütten rechnet man 66 Pferdekraft pro 101,500 kg. Wochenproduction bei 15 cm. Quecksilbersäulenpressung, Beschickung auf Weisseisen und einem Windbedarf von 226.4 cbm. pro Min. Die Windmenge pro Min. ist etwa gleich dem cubischen Inhalt des Hohofens. Die grossen Minetteöfen zu Esch in Luxemburg erhalten pro Min. 450—500 cbm. Wind. Die Versuche sauerstoffreichere Luft[6]) statt gewöhnlicher anzu-

1) B. u. h. Ztg. 1857, S. 126. 2) B. u. h. Ztg. 1870, S. 1. 3) B. u. h. Ztg. 1870, S. 1. Preuss. Ztschr. 14, 143. 4) Kerl, Met. 1, 269. Allgem. B. u. h. Ztg. 1862, S. 401; 1863, S. 65, 190. 5) B. u. h. Ztg. 1860, S. 391. Allgem. B. u. h. Ztg. 1863, S. 150, 190. 6) B. u. h. Ztg. 1871, S. 132, 441; 1872, S. 19. Dingl. 214, 453 (Kosten des Sauerstoff's).

wenden, scheinen zu ökonomisch günstigen Resultaten noch nicht geführt zu haben.

Bestimmung der Brennstoffmenge.

Die für einen Ofen erforderliche Windmenge[1]) und die danach nothwendige Leistung des Gebläses lässt sich aus dem von der Production abhängigen Brennmaterialverbrauche berechnen, und zwar ist die zuzuführende Sauerstoffmenge derjenigen etwa gleich, welcher es zur Umwandlung der Kohle in Kohlenoxydgas benöthigt.[2])

Windberechnung.

Die in den Ofen gelangenden Windmengen[3]) ergeben sich auch aus Beobachtungen am Gebläse und darauf basirten Rechnungen, und zwar:

a. die vom Gebläse eingesogene Luftmenge durch Multiplication seines Rauminhaltes mit der Anzahl der Auspressungen.

Man erhält hierbei grössere Zahlen, als die Beobachtung am Düsenende ergiebt, indem Reibungswiderstände in den Leitungsröhren Druckverluste herbeiführen, bei Cylindergebläsen bis 25 Proc. Der Pressungsverlust ist im Wesentlichen der Länge und dem Umfange der Windleitungsröhre proportional, dem Querschnitt derselben umgekehrt proportional und wächst im Quadrate der Windgeschwindigkeit. Man wendet dieses Verfahren meist nur zur Controle des Windeffectes an. Die Erfahrung bestätigt mehrfach, dass der Ofen so viel Cubikfuss Wind pro Min. zu erhalten hat, als die Wochenproduction in Centnern beträgt.[4])

b. Die aus der Düse pro Sec. ausströmende Windmenge Q durch Multiplication des Düsenquerschnittes D mit der Geschwindigkeit der Luft $= v$, also $Q = v \cdot D = 0.7854\, d^2 \cdot v$, wenn d den Düsendurchmesser bezeichnet. Die Geschwindigkeit ergiebt sich aus der Pressung, dem Verhältniss der Dichtigkeit des Windes gegen die atmosphärische Luft, gemessen mittelst des Manometers in Gestalt einer Quecksilber- oder Wassersäule, welche den Ueberdruck des Windes über den Atmosphärendruck repräsentirt, auch wohl ausgedrückt in Pfund oder Dekagrammen Gewicht, welches die betreffende Fluidumssäule bei 1 Quadratzoll oder 1 qcm. Querschnitt hat.

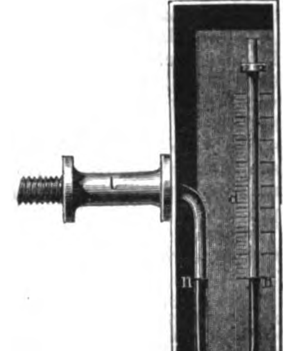


Fig. 114.

Quecksilbermanometer (Fig. 114). *l* Schenkel zum Einstecken in die Windleitung möglichst nahe vor dem Düsenende, möglichst parallel gegen den Windstrom und in $^1/_3$ Durchmesser der Windleitung. *n* Nullpunkt der Quecksilbersäule in dem Glasschenkelrohr. *d* Scala in Centimetern, Zollen u. s. w. mit Unterabtheilungen. Die Pressung entspricht der Höhendifferenz zwischen den beiden Quecksilberniveaus. Die empfindlicheren Wassermanometer empfehlen sich wegen höher getriebener Wassersäule und grösserer Schwankungen nur für geringere Pressungen. 1 Pfd. Pressung pro Quadratzoll = 7.3 dkg. pro qcm. = 2.05 Zoll = 5.4 cm. Quecksilbersäule. $Q = \frac{W}{13.596}$, worin Q Quecksilbersäule in cm., W Wassersäule in cm. Die Pressung[5]), hauptsächlich zu modificiren nach der Dichtigkeit des Brennmaterials, der Höhe des Ofens und dem Widerstand der Beschickung, muss so gross sein, dass der Wind etwas grössere Geschwindigkeit besitzt, als die der aufsteigenden Gase ist. Da letztere in hohen

1) Kerl, Grundr. d. allg. Hüttenkunde S. 242. Kärnthn. Ztschr. 1874, S. 299. 2) B. u. h. Ztg. 1864, S. 177. Engin. and Min. Journ., New-York 1874, Vol. 18, No. 5, p. 68; No. 7, p. 100 (für Anthracit). 3) v. Hauer, Hüttenwesens-Maschinen 1867, S. 1. 4) Kerl, Met. 3, 762. 5) Dingl. 201, 524.

und engen Oefen zunimmt, so erfordern enge Gestelle enge, weite Gestelle weite Düsen. Windpressung für Holzkohlenhohöfen 20—80, selten bis 105, für Cokes 55—160, zuweilen bis 216, durchschnittlich 135—162, bei dichten mulmigen Erzen (Georg Marienhütte) 216 mm. und für Anthracit 160—216 mm., selten bis 270 mm.

Betrachtet man die am Manometer beobachtete Flüssigkeitssäule, nachdem sie auf die Höhe einer Luftsäule $= h$ reducirt, als Fallhöhe, so ergiebt sich die dazu gehörige Endgeschwindigkeit $v = \sqrt{2gh}$ und es ist demnach $Q = D\sqrt{2gh}$. Dieser Werth ist noch, behufs einer leichtern Vergleichung verschiedener Windmengen, hinsichtlich ihres Sauerstoffgehaltes[1]) auf einen Barometerstand von 0.760 m. und eine Temperatur[2]) von 0° zu reduciren und mit dementsprechenden Factoren, so wie mit einem solchen wegen der Strahlcontraction zu multipliciren. Dabei ist indes noch nicht in Rechnung gezogen, dass die comprimirte Luft nach dem Poisson'schen Gesetze beim Ausströmen aus der Düse eine Verdünnung und dadurch eine auf die Windgeschwindigkeit influirende Abkühlung erleidet. Wird auch dieser Umstand berücksichtigt, so ergiebt sich nach Weisbach[3]) folgende Formel:

$$Q = 395\mu D\left(\frac{b+h}{b}\right)^{0.2953}\sqrt{3.3866\,(1+0.00367\,\tau)\left(1+\left[\frac{b}{b+h}\right]^{0.2953}\right)},$$

worin $Q =$ die unter äusserem Druck gemessene Luft in cbm. pro Sec. von 0° und 760 mm. Barometer, D Düsenquerschnitt in qm., μ Contractionscoefficient 0.91—0.93, b Barometerstand in m., h Manometerstand in m., τ Temperatur des Windes nach Celsius.

Die erhaltenen Zahlen sind meist um 10—20 Proc. zu hoch, indem die Verengerung des Formquerschnittes durch Ansätze, sowie die Pressung der Gase im Gestell (6—24, durchschnittlich 8—10 mm.) die Geschwindigkeit des Windstromes beeinträchtigen. Ein genaueres Resultat erfolgt, wenn man die im Schmelzraume stattfindende Pressung von der am Manometer beobachteten abzieht und die Differenz in Rechnung bringt.[4]) Feuchte Gebläseluft[5]) hat einen unvortheilhaften Einfluss auf Brennstoffverbrauch und Production (versuchtes Trocknen durch Chlorcalcium).[6]) Durchschnittlicher Feuchtigkeitsgehalt der Luft 0.8 Volumproc., im Januar am geringsten, im Juli am höchsten. Wasserdampf durch die Form eingeleitet, setzt sich zwar mit dem Kohlenstoff in brennbare Gase um, aber es wird dabei mehr Wärme gebunden, als bei Verbrennung der Gase zur Entwicklung kommt. Zur Umgehung der Rechnung nach Formeln hat man Windtabellen, Diagramme und Rechenschieber (Schwind's Aichmass) hergestellt.[7]) Von Buschbeck[8]) sind die Windmengen für Hohöfen bei dem verschiedensten Betriebe ermittelt. — Zu Gleiwitz[9]) beträgt z. B. die Windmenge nach a) bei 56.494 m. Kolbengeschwindigkeit und 70 Proc. Nutzeffect 149,803 cbm. pro Min., nach b) bei 8 Düsen von 0.071 m. Weite, 0.12 m. Pressung und 350° Temperatur 165.624 cbm. (nach Abzug von 10 Proc. nahe 150 cbm.), nach dem Cokesverbrauch pro 24 St. 150.328 cbm.

---

1) 1 cbm. Luft = 1295 g., 1 cbm. Sauerstoff = 1428 g.; 1 kg. Luft = 0.772 cbm., 1 kg. Sauerstoff 0.700 cbm., alles bei 0° und 760 mm. Barometerst. Luft enthält bei 0° 20.8 Volumproc. und 23 Gewichtsproc. Sauerstoff. Auf 100 Vol. Stickstoff kommen 26.5 Vol. Sauerstoff. 2) Pyrometer zum Windtemperaturmessen in Kerl's Grundr. d. allg. Hüttenkunde S. 53. B. u. h. Ztg. 1873, S. 231, 396. Dingl. 208, 124; 210, 255. Reduction der Thermometerscalen:

$$C = \tfrac{5}{9}\,(F - 32) = \tfrac{5}{4}\,R.$$
$$R = \tfrac{4}{9}\,(F - 32) = \tfrac{4}{5}\,C.$$
$$F = 32 + \tfrac{9}{5}\,C = 32 + \tfrac{9}{4}\,R.$$

3) B. u. h. Ztg. 1860, S. 201; 1861, S. 4. 4) B. u. h. Ztg. 1860, S. 208; 1861, S. 406; 1862, S. 432; 1870, S. 277. Oest. Ztschr. 1862, No. 13. Dingl. 201, 529. 5) Kerl, Met. 3, 667. — Ders., Grundr. d. allg. Hüttenkunde S. 243. 6) B. u. h. Ztg. 1846, S. 768; 1849, S. 256. 7) Citate in Kerl's Grundr. d. allg. Hüttenkunde S. 247. 8) B. u. h. Ztg. 1861, S. 4. 9) Preuss. Ztschr. 22, 287.

4. Abschnitt.

Eisenhohofenbetrieb.

34. Vorarbeiten des Gattirens und Beschickens. Der Hohofenbetrieb bezweckt die Erzeugung von Roheisen durch Reduction und Kohlung des oxydirten Eisens im Erze und Ausschmelzen eines Eisencarburetes von bestimmten Eigenschaften aus den zu einer Schlacke sich vereinigenden erdigen etc. Beimengungen mit der geringsten Menge Brennmaterial. Damit diese Bedingungen erfüllt werden, müssen die einzelnen schlackengebenden Bestandtheile in einem bestimmten Verhältnisse zu einander vorhanden sein, dann hat deren Gesammtmenge zu dem Eisengehalte in einem gewissen Verhältnisse zu stehen. Selten entspricht ein Erz diesen Anforderungen vollständig (selbstgehende Erze, S. 47, 83), sondern dasselbe ist meist zur Herbeiführung der obigen Verhältnisse nachstehenden Vorarbeiten vor der Schmelzung zu unterwerfen: Bedingungen für den Hohofenbetrieb

A. Gattiren. Hierunter versteht man das Vermengen ärmerer und reicherer Erze zu dem für das Schmelzen, namentlich für den Brennstoffaufwand günstigsten durchschnittlichen Eisengehalt. Gattiren

Mit dem Steigen des letzteren nimmt zwar der Brennmaterialverbrauch bei steigender Production ab, aber die Menge[1]) der gebildeten Schlacke darf unter ein gewisses Minimum nicht herabsinken, wenn nicht das sonst davon ungeschützte Roheisen im Herd durch den Einfluss der Gebläseluft ungünstig verändert werden soll. Während in erster Linie der Durchschnittseisengehalt von den relativen Quanten der zu Gebote stehenden Eisenerze abhängt, so influirt doch darauf besonders die Pressung des Windes, hauptsächlich bedingt durch die Dichtigkeit des Brennmaterials (S. 84). Bei Holzkohlen genügen meist 70–80, bei Cokes 100—200 Theile Schlacke auf 100 Roheisen, es kommen jedoch bei ganz gutartigen, namentlich selbstgehenden Erzen bei Holzkohlenbetrieb Beschickungen von 50–70 Proc. Eisengehalt vor (Schweden, Kärnthen, Missouri[2]), Versuche in Belgien)[3]). Bei zu reichen Erzen wird das erforderliche Schlackenquantum durch neutrale Zuschläge (S. 84) ergänzt.

Neben Erzielung eines durchschnittlichen Eisengehaltes sucht man gleichzeitig ein für das Schmelzen günstiges Erdenverhältniss durch Zusammenbringen thoniger, kalkiger und kieseliger Erze zu erzielen. Selten erreicht man dieses vollständig und es muss dann die fehlende Erdart durch geeignete Zuschläge ergänzt werden, was man durch die folgende Operation des Beschickens bezweckt.

Die Minette Luxemburgs (S. 13, 48, 52, 57) mit 30–35 Proc. Eisen lässt sich grossentheils ohne Zuschlag verschmelzen. Bei ihrem massigen Vorkommen, ihrer billigen Gewinnung und der Nähe von Kohlen (Saarbrücken und Belgien) ist die Productionsfähigkeit nahezu unbeschränkt und die Selbstkosten sind geringer, als auf irgend einem Werke Deutschlands ausser Ilsederhütte. Auf 1 Thl. Puddelroheisen gehen etwa 3 Thle. Erz und 1.1 Thl. Cokes und betragen die Selbstkosten auf 100 kg. 4.8 M., für Giessereiroheisen 5.1 M. (Productionskosten in Westphalen und Oberschlesien 7.6 M.). Das Minetteroheisen mit 1.5–2.5 Proc. Phosphor giebt noch Fabrikate mittlerer Güte (Schienen, Bleche, Draht, Nägel, Ketten u. s. w. zu Hayange), sowie Giessereimaterial (Röhrenguss). Durchschnittsproduction eines Ofens in 24 St. 35000 kg.

1) B. u. h. Ztg. 1865, S. 161. 2) B. u. h. Ztg. 1871, S. 84. 3) B. u. h. Ztg. 1862, S. 390.

Beschicken.

B. Beschicken oder Möllern.

Während man früher zu einer richtigen Beschickung nur durch langwieriges Probiren mit verschieden abgeänderten Quanten der Schmelzmaterialien gelangte, so kommt man jetzt weit rascher und sicherer zum Ziel durch Ermittlung der chemischen Zusammensetzung der Erze, Zuschläge und Brennmaterialaschen und vorherige Berechnung der Beschickungen auf Grund der über die Schlackenbildung[1]) erlangten Kenntnisse. Auch ist man jetzt dahin gekommen, aus ein und demselben Erz bei passender Beschickung Roheisensorten für verschiedene Verwendungen darzustellen, während man früher für einen vorliegenden Zweck, z. B. zum Herdfrischen, zum Puddeln u. s. w. Roheisensorten von gewissen Eigenschaften aus bestimmten Erzen haben musste.[2])

Grundsätze.

Beim Beschicken sind im Allgemeinen folgende Rücksichten zu nehmen:

Hinsichtlich Schlackenbildung.

Als Schlackenbilder treten in Eisenerzen vorwaltend Kieselsäure, Thonerde und Kalkerde auf. Jede dieser Verbindungen für sich ist unschmelzbar; auch je zwei dieser Stoffe sind noch in metallurgischen Feuern zu strengflüssig, dagegen geben alle drei Körper in gewissen Verhältnissen Verbindungen, deren Schmelzpunkte unter dem Temperaturmaximum[3]) des Hohofens vor der Form (ca. 2200° C.) liegen und dem Schmelzgrade des zu erzeugenden Roheisens sich anpassen lassen. Erfahrungsmässig liegen solche für den Hüttenmann brauchbaren schmelzbaren Doppelsilicate meist zwischen dem Singulosilicat (a) und dem Bisilicat (b) der Kalkerde und Thonerde und zwar nähert sich die nach Bodemann leichtschmelzigste (c) dem letzteren:

	a Singulosilicat. $\dot{Ca}_3 \ddot{Si} + \dddot{Al} \ddot{Si}$ oder $3(2CaO, SiO_2) + 2 Al_2O_3, 3SiO_2$	b Bisilicat. $\dot{Ca}_3 \ddot{Si}_2 + \dddot{Al} \ddot{Si}_2$ oder $3(CaO, SiO_2) + Al_2O_3, 3SiO_2$
Kieselsäure . .	40.09	57.23
Kalkerde . .	37.17	26.53
Thonerde . .	22.74	16.24

c
Normalschlacke.
$4 \dot{Ca}_3 \ddot{Si}_2 + 3 \dddot{Al} \ddot{Si}_2$
oder
$4(CaO, SiO_2) + Al_2O_3, 3 SiO_2$

Kieselsäure . . .	56
Kalkerde	30
Thonerde	14

Während nach Plattner, v. Mayrhofer, Bischof u. A. die Temperatur zum Zusammenschmelzen der Silicate aus ihren Bestandtheilen weit höher liegt, als die zum Wiederschmelzen der fertigen Silicate, so ist dieses nach Percy und Schinz fraglich und es bedarf im letzteren Fall nur mehr Zeit. Auch sind die von Plattner ermittelten Schmelzpunkte von Schlacken nach Letzterem zu hoch.[4])

1) Kerl, Grundr. d. allg. Hüttenkunde S. 256. 2) B. u. h. Ztg. 1870, S. 95; 1865, S 161 (Schlackenmenge und Cokesverbrauch). 3) B. u. h. Ztg. 1844, S. 481; 1855, S. 125; 1860, S. 208; 1862, S. 392. 4) Kerl, Grundr. d. allg. Hüttenkunde S 260

Normalschlacken.

1. Normalschlacken. Der Normalschlacke in der Zusammensetzung nähern sich, namentlich im Kieselsäuregehalt, die beim Holzkohlenofenbetrieb auf gaares graues (S. 28) oder halbirtes Roheisen (S. 31) aus reineren Erzen erfolgenden Schlacken, wie nachstehende Analysen zeigen:

	a.	b.	c.	d.	e.	f.
Kieselsäure . . .	56.89	53.43	53.79	57.09	56.82	49.00
Thonerde	6.38	10.05	13.04	3.94	14.61	13.40
Kalkerde	28.46	32.19	25.67	23.08	27.13	31.10
Magnesia	2.64	2.33	0.57	8.34	—	4.79
Manganoxydul . .	2 01	1.66	2.20	4.83	—	—
Eisenoxydul . . .	1.72	0.40	2.44	1.14	—	1.62
Alkalien	1.30	—	—	0.39	—	—
Schwefel	—	0.22	—	—	—	0.09
Phosphorsäure . .	—	0.13	—	—	—	—

a. Ilsenburg am Harz. b. Königshütte am Harz. c. Rübeland am Harz d. Ruskberg im Banat. e. Rothehütte am Harz. f. Achthal (Roheisen dazu S. 28 e).

Eine solche Schlacke ist zähflüssig, saiger, zieht lange Fäden, erstarrt langsam, ist glasig bei muschligem Bruch und rascher Abkühlung, wird aber bei langsamer Abkühlung steinig; an den Kanten durchscheinend, meist grau, wohl mit violettem Stich, geeignet zur Schlackensteinfabrikation. Als die leichtschmelzigste Verbindung zwischen den drei Erden erfordert sie zum Schmelzen die geringste Brennstoffmenge und lässt sich beim Cokeshohofenbetrieb unbeschadet der Roheisenqualität nur selten darstellen, nur bei reinen Erzen und aschenarmen, schwefelfreien Cokes.

Strengflüssigere Schlacken.

2. Strengflüssigere Schlacken. Durch eine Veränderung des quantitativen Verhältnisses der Bestandtheile obiger Normalschlacke entstehen stets strengflüssigere, mehr Brennstoff erfordernde Verbindungen; bedarfs solcher z. B. zur Erzeugung grauer Eisensorten bei unreinen, namentlich schwefelhaltigen Schmelzmaterialien, strengflüssigen Beimengungen (Quarz, Titan u. s. w.) u. s. w., so steigert man seltener den Kieselsäure- und Thonerdegehalt, als den Kalkgehalt.

a. Kieselsäurereichere, den Trisilicaten sich nähernde Holzkohlenofenschlacken geben Veranlassung zur Bildung silicium-, auch wohl schwefelreichen Roheisens und zur Eisenverschlackung, weshalb dieselben nur in seltenen Fällen, z. B. bei sehr kieselsäurereichen Erzen, welche zu viel und theure basische Zuschläge erfordern, erzeugt werden.

Nach Einigen verdanken Trisilicate ihren hohen Kieselsäuregehalt ausgeschiedenem Quarz.

	a.	b.	c.	d.
Kieselsäure	63.33	70.12	66.90	63.20
Thonerde	11.66	6.25	14.08	3.60
Kalkerde	22.60	19.71	12.54	19.13
Magnesia	1.30	0.70	4.48	4.67
Manganoxydul . . .	0.52	1.40	0.85	—
Eisenoxydul	0.76	1.45	0.83	5.12
Schwefel	—	—	0.17	0.83
Kupfer	—	—	Spr.	—
Phosphorsäure . . .	—	—	—	2.21

a. Aus Sphärosiderit des Trzynietzer Karpathensandsteins [1]) (zugehöriges Roheisen S. 28 e). b. Aus sandreichen Raseneisensteinen von Peitz in der Neumark.

1) Oest. Ztschr. 1857, S. 273.

c. Von Jenbach in Tyrol.[1]) d. Porphyrartig von Janowitz (Mähren).[2]) Für schwedisches Giessereiroheisen wählt man Trisilicatbeschickung, für Frischroheisen eine basischere, die bei sehr basischen Erzen (Dannemoraerze) zuweilen einen Quarzzuschlag erfordert[3]) (Schlacke mit 47 Proc. Kieselsäure.) Derartige Schlacken sind sehr zähflüssig, erstarren sehr langsam, werden von Säuren nicht angegriffen, sind sehr glasig bei zuweilen ausgeschiedenem Quarz und sehr geeignet zu Schlackensteinen.

Thonerdereiche Schlacken.

b. Thonerdereiche Schlacken. Wenngleich ein geringer Ueberschuss an Thonerde, welche als Säure und Basis auftritt, als Ausgleichungsmittel zweckmässig sein kann, so lässt man den Gehalt daran nur ungern über eine gewisse Grenze hinaus (etwa 15 Proc.) steigen, weil schon wenige Procente mehr die Strengflüssigkeit bedeutend vermehren würden und reine Thonerde nicht hinreichend billig zu Gebote steht, sondern diese immer einen gleichzeitigen Kieselsäurezusatz (als Thon) bedingt, auch die Eigenschaften der sogenannten Aluminatschlacken noch nicht hinreichend gekannt sind.

Manche thonreiche Kohleneisensteine oder Sphärosiderite, welche wegen ihres Schwefelgehaltes auf graues Roheisen verschmolzen werden müssen, geben kieselsäurearme, thonerdereiche Schlacken, deren Strengflüssigkeit aber häufig durch einen Eisenoxydul- oder Mangangehalt gemildert ist.

	a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.	h.	i.
Kieselsäure	20.02	36.40	31.60	50.00	28.32	30.40	27.80	27.65	29.92
Thonerde	30.00	26.00	20.00	23.00	24.24	20.72	22.28	24.69	21.70
Kalkerde	39.06	28.68	36.72	27.00	40.12	36.88	40.45	40.00	38.72
Magnesia	4.38	3.52	5.20	—	2.79	4.25	7.21	3.55	6.10
Eisenoxydul	3.86	1.50	1.80	—	0.07	3.64	0.61	0.72	0.35
Manganoxydul	0.21	0.50	0.07	—	0.07	1.02	Spr.	0.35	0.80
Kali	Spr.	—	—	—	0.64	0.50	—	1.45	—
Schwefel	—	2.78	3.15	—	—	1.34	2.00	1.95	1.61
Schwefelcalcium	1.43	—	—	—	3.38	—	—	—	—
Phosphor	—	—	—	—	—	—	—	0.26	0.07

a. Hörde. b. und c. Schottland. d. Mittlere Zusammensetzung der in England und Belgien bei heissem Winde mit Giessereiroheisen fallenden Schlacke nach Mayrhofer. e. Daves Hohofen bei Oldbury (Gelehnitschlacke). f.–i. Cleveland. (Die Erze erhalten bis 33 Proc. Kalkzuschlag.)

Kalkreiche Schlacken.

c. Kalkreiche Schlacken. Zur Erhöhung der Strengflüssigkeit vermehrt man meist den Kalkgehalt und zwar lässt derselbe in ziemlich weiten Grenzen eine allmälige Steigerung derselben zu. Würde man durch sehr bedeutende Kalkzuschläge behuf Erzielung eines sehr hohen Grades der Strengflüssigkeit eine zu reichliche Schlackenmenge, somit eine zu eisenarme Beschickung erhalten, so ersetzt man den Kalk theilweise durch Magnesia, welche zu einigen Procenten die Schmelzbarkeit der Kalk-Thonerdesilicate erhöht, über diese Grenze hinaus (etwa über 5 Proc.) aber die Strengflüssigkeit ungleich mehr erhöht, als Kalkerde.

Die dem Singulosilicat sich nähernden und selbst in Subsilicat übergehenden kalkreichen Schlacken sind strengschmelzig, aber dünnflüssig, erstarren rasch, zerspringen oder zerfallen nach dem Erkalten zu Pulver, je nach dem Kalkgehalt (indem vorhandenes Schwefelcalcium in feuchter Luft unter Erwärmen in schwefelsauren Kalk übergeht, auch etwa anwesender freier Kalk sich löscht), werden von Säuren unter Gelatiniren zerlegt, sind steinig bis erdig bei grauen, gelbgrünen u. s. w. Farben und krystallisiren bei ihrer Dünnflüssigkeit leichter,

1) B. u. h. Ztg. 1873, S. 93. 2) Kerpely, Fortschr. 6, 75. 3) Åkerman, Eisenfabrikation in Schweden 1873, S. 22.

als zähflüssige saure Schlacken. Zeigen sich solche Schlacken kalkarm, so sind an Stelle der Kalkerde Magnesia und Manganoxydul getreten.

Auf die Menge des Kalkzuschlages influirt: **Grösse des Kalkzuschlages.**

α. Die Qualität des zu erzeugenden Roheisens. Diese kann je nach dem vorliegenden Zwecke durch verschiedene Kalkzuschläge vom hellgrauen bis zum schwarzen graphitreichen Roheisen gesteigert werden, z. B. für Zwecke der directen Giesserei halbirtes oder graues gaares, zum Umschmelzen und Giessen schwarzgraues Roheisen (Analysen S. 26).

Man stellt z. B. aus einer Beschickung von 80 Proc. Minette, 10 Proc. Brauneisenstein und 10 Proc. Schweissofenschlacken Weisseisen zum Puddeln dar; zur Erzeugung von grauem Eisen für die Drahtfabrikation schlägt man mehr Kalk zu (Neunkirchen).

β. Der Schwefelgehalt der Schmelzmaterialien (Erze, Cokes, Steinkohlen). Der mit wachsendem Schwefelgehalt zu steigernde Kalkgehalt wirkt in der S. 11 angegebenen Weise entschwefelnd. Cokes bedingen wegen des selten fehlenden Schwefelgehaltes eine kalkreichere Beschickung, als Holzkohlen (Analysen von Roheisen und Schlacken S. 96, 97) und die schwefelreichen Kohleneisensteine einen sehr hohen Kalkzuschlag (bis 50 Proc.), bei welchem schwarzgraue Roheisensorten (S. 27) entstehen können.

Bei Holzkohlen liegt der Kieselsäuregehalt der normalen Schlacken meist zwischen 45—60 Proc., kann aber bis 70 Proc. steigen (S. 167) und bei schwefelhaltigen Erzen und Erzeugung möglichst reinen Frischroheisens auf 40—35 Proc. herabgehen. Schlacken aus Cokes- und Steinkohlenöfen halten gewöhnlich zwischen 35—45 Proc. Kieselsäure, welcher Gehalt aber bis 55 Proc. steigen und bis 30 Proc. herabgehen kann. Bei noch niedrigerem Gehalt tritt Thonerde an die Stelle der Kieselsäure (S. 168).

Die Wirkung eines verschiedenen Kalkzuschlages auf den Schwefelgehalt des Roheisens zeigen nachstehende Analysen:

	a.	b.
Graphit	3.160	3.145
Chem. geb. Kohlenstoff	0.302	0.561
Phosphor	0.314	0.426
Schwefel	0.034	Spr.
Silicium	3.656	3.282

a. Graues Roheisen aus oberschlesischen Erzen bei heissem Wind mit 35 Proc. Kalkzuschlag. b. Desgl. mit 48 Proc. Kalkzuschlag. Ein Phosphorgehalt kann mit steigendem Kalkzuschlag wachsen, wie obige Analysen darthun, sowie auch solche von Beuthner Graueisen, bei kaltem Wind mit 34 und bei heissem Wind mit 40 Proc. Kalkzuschlag gefallen und resp. 0.353 und 0.483 Proc. Phosphor enthaltend.

Bei mehr oder weniger Kalkzuschlag, dem Schwefelgehalt entsprechend, gefallene Schlacken von grauem Cokesroheisen zeigten folgende Zusammensetzung:

	a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.	h.	i.	k.	l.	m.
Kieselsäure	47.00	43.75	40.44	36.37	35.34	36.47	33.38	31.32	18.8	36.7	33.18	33.25
Thonerde	7.80	13.70	15.38	15.36	20.47	14.21	14.16	19.96	12.3	16.7	13.28	12.17
Kalkerde	40.0	40.00	33.10	38.09	38.72	39.08	41.70	44.35	56.3	46.7	42.53	31.26
Magnesia	1.2	0.05	—	5.51	—	3.31	4.00	—	0.7	—	5.93	12.94
Manganoxydul	2.9	—	4.40	1.85 (Manganoxydul und Eisenoxydul)	—	2.47	—	—	0.5	—	0.04	4.91
Eisenoxydul	0.4	2.50	1.63		—	0.24	0.80	—	—	0.2	0.22	0.95
Kali	—	—	2.07	2.32	—	—	—	—	—	—	—	1.22
Schwefel	—	—	0.76	2.00	—	—	—	1.87	1.15	—	—	—
Schwefelcalcium	—	—	—	—	1.35	—	—	—	—	—	5.90	1.98
Schwefelsäure	—	—	—	—	—	4.10	—	—	—	—	—	—
Schwefelmangan	—	—	—	—	5.39	—	—	—	—	—	—	—
Phosphors. Kalk	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.11

a. Seraing, Frischroheisen. b. Dowlais, vom dunkelgrauesten Roheisen. c. Gleiwitz. d. Heinrichshütte bei Hattingen (Si O_2 1 : 0.9). e. Gartsherrie (Schottland). f. Mühlheim a. d. Ruhr. g. Hörde, Ofen 6. h. Hasslinghausen (Graueisen aus Kohleneisenstein). i. Königshütte, beim Erkalten zerfallend. k. Von Rothehütte (Oberharz), mit Graueisen S. 29 a gefallen. l. Vom Verschmelzen von Kiesrückständen[1]; Roheisen davon 4.021 C und Graphit, 0.791 Mn, 0.961 Si, 0.246 P und 0.079 S. m. Schwechat, zu Roheisen m S. 29.

γ. Der Kieselsäuregehalt der Schmelzmaterialien. Mit steigendem Kieselsäuregehalt und wachsender Temperatur nimmt der Siliciumgehalt im Roheisen zu (S. 16). Da Cokes eine hochsilicirte Asche enthalten und höhere Temperatur als Holzkohlen geben, so pflegt Cokesroheisen unter gleichen Verhältnissen mehr Silicium zu enthalten, als Holzkohlenroheisen (S. 96 Analyse). Es bedarf deshalb, um der Siliciumreduction entgegen zu wirken, beim Cokeshohofenbetrieb stärkerer Kalkzuschläge.

Nach Janoyer[2]) standen beispielsweise Schlackenzusammensetzung und Siliciumgehalt des Roheisens in folgendem Zusammenhange:

Kieselsäure .	48	44	in Schlacke.
Thonerde . .	16	11	
Kalkerde . .	36	45	
Silicium . .	3	1.18	im Roheisen.

Aehnliche Resultate ergaben sich zu Meppen[3]), sowie nach Mène[4]), Gaulthier[5]) und v. Mayrhofer.[6])

Ist ein höherer Siliciumgehalt im Roheisen erforderlich, z. B. von 2—3 Proc. im Bessemerroheisen (S. 31), so bedarfs neben den (S. 30) aufgeführten Bedingungen einer kieselsäurereicheren Beschickung, welche dann eine kieselsäurereichere Schlacke von nachstehender Zusammensetzung liefert:

	a	b.	c.	d.	e.	f.
Kieselsäure	53.84	46.80	46.48	41.96	40.95	36.50
Thonerde	6.52	6.95	6.56	7.02	8.70	14.90
Kalkerde	24.26	4.80	26.11	25.04	30.35	42.50
Magnesia	6.71	2.90	17.18	17.18	16.32	—
Eisenoxydul	1.96	0.18	0.16	0.23	0.60	2.40
Manganoxydul	6.46	1.50	1.78	6.35	2.18	Spr.
Kupferoxyd	Spr.	Spr.	—	—	—	—
Alkalien	Spr.	0.50	0.98	—	0.32	—
Schwefelcalcium . . .	Spr.	0.24	—	—	—	1.8
Phosphorsaure Kalkerde	—	0.06	—	—	—	—
Phosphorsäure	—	—	—	—	—	—
Schwefelsäure	—	—	1.20	—	—	—
Schwefelmangan . . .	—	—	—	—	—	2.20

a. Reschitza, zu Roheisen r S. 31. b. Desgl., zu Roheisen q S. 31. c. Fagersta, in Schweden, zu halbirtem Bessemerroheisen i S. 31. (Aehnliche Schlacken zu Danemora und Edsken[7]).) d. Hrádek in Ungarn, zu hochgrauem Bessemerroheisen s S. 31. e. Neuberg, mit 0.34 Schwefel und 0.01 Phosphor, zu Roheisen a S. 31. f. Creusot, zu Eisen m S. 31.

Ist Gefahr vorhanden, dass bei Darstellung von Bessemerroheisen aus unreinen Erzen oder Cokes ein grösserer Schwefelgehalt in dasselbe gelangen würde, so muss demselben durch grössere Kalkzuschläge (40—50 Proc.) entgegengewirkt, eine Reduction von Silicium

1) Dingl. 195, 73. 2) B. u. h. Ztg, 1856, S. 306; 1862, S. 234. 3) Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 5, 7. 4) Polyt. Centr. 1862, S. 824. 5) B. u. h. Ztg. 1858, S. 307. 6) Oest. Jahrb. 10, 371. 7) B. u. h. Ztg. 1861, S. 131.

und Mangan aber durch Anwendung stark erhitzter Luft (von 400—600°) herbeigeführt werden (England).[1]) Die entstehenden kalkreichen Schlacken (a—c) zerfallen dann an der Luft (S. 168).

	a.	b.	c.
Kieselsäure	29.500	27.86	22.46
Thonerde	14.900	17.06	20.41
Kalkerde geb.	50.330	49.23	51.88
„ frei	6.280	—	—
Magnesia	—	2.81	1.72
Eisenoxydul	0.590	1.41	1.68
Schwefelcalcium	4.009	—	—
Schwefelsaure Kalkerde	0.385	—	—

Dass erhitzter Wind im Vergleich zu kaltem die Reduction des Siliciums befördert, erweisen nachstehende Roheisenanalysen:

	a.	b.	c.	d.
Silicium	0.79	1.91	1.20	1.48
Graphit	3.85	3.48	2.73	2.74
Chem. geb. C	0.48	0.95	0.95	0.76
Schwefel	Spr.	Spr.	0.01	0.01
Phosphor	1.22	1.68	—	—

a. und b. resp. kalt und bei 112° Windtemperatur erblasenes graues Holzkohlenroheisen von Lerbach (Oberharz). c. und d. graues Roheisen aus Wiesenerzen bei kaltem und heissem Winde von Vietz (Neumark).

Will man die Vortheile des heissen Windes (S. 146) benutzen, ohne ein für das Frischen und die Giesserei zu siliciumreiches Eisen zu erzeugen, so stimmt man die Temperatur durch Erweiterung des Schmelzraumes oder Erhöhung des Erzsatzes herab oder giebt stärkere Kalkzuschläge zur Bindung der Kieselsäure. Der Einfluss des Kalkzuschlages auf den Siliciumgehalt des Roheisens erhellt aus den Analysen (a und b S. 169). Auf die Abscheidung des Phosphors (S. 169) wirken weder heisser Wind[2]), noch gesteigerte Kalkzuschläge günstig, wie nachstehende Analysen zeigen:

	a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Phosphor	0.353	0.483	0.314	0.426	0.616	0.3071	0.6159
Graphit	3.458	—	3.160	3.145	—	—	—
Geb. Kohlenstoff	0.647	—	0.302	0.561	—	—	—
Silicium	1.778	—	3.656	3.282	—	—	—
Schwefel	—	—	0.034	Spr.	—	—	—

a. Königshütter R., aus Beuthner Erzen bei kaltem Wind, 34 Proc. Kalkzuschlag und 33 Proc. Ausbringen. Schlacke: 40 Kieselsäure, 42.45 Kalkerde, 5.70 Thonerde, 2.94 Manganoxydul, 0.41 Magnesia, 1.58 Eisenoxydul, Alkalien und Schwefel. b. Desgl., bei 40 Proc. Kalkzuschlag, heissem Wind und 22 Proc. Ausbringen. c. und d. Königshütter R., bei heissem Wind und resp. 35 und 48 Proc. Kalkzuschlag erblasen. e.—f. Verschiedene Lagen im Ofenherd, für sich abgestochen, resp. unterste (Mittelkorn), mittlere (Gemenge) und oberste (Grobkorn).

Bei zu geringem Kalkzuschlag können sehr kieselsäure- und eisenreiche Schlacken entstehen (z. B. zu Dombrowa[3]) in Polen mit 61 Proc. Kieselsäure und 15 Proc. Eisenoxydul).

δ. Die Reducirbarkeit der Eisenerze. Schwerreducirbare Eisenerze (z. B. Magneteisensteine) und Schlacken (Herdfrisch-, Puddel- und Schweissofenschlacken), welche bei leichtflüssiger Beschickung unvollkommen reducirt ins Gestell einrücken würden, macht man durch Kalkzuschläge strengflüssiger (es

1) B. u. h. Ztg. 1867, S. 436, 445; 1872, S. 250. Kerpely, Fortschr. 7, 150. 2) B. u. h. Ztg. 1856, S. 73. 3) B. u. h. Ztg. 1874, S. 309.

bindet der Kalk auch noch Schwefel und Kieselsäure), um den Schmelzgang behuf genügender Einwirkung der reducirenden Gase, auch wohl noch durch Verringerung der Windpressung, wozu Ventilatorwind genügt, zu verlangsamen. Je nach dem Grade der Schmelzbarkeit der Beschickung kann man graues oder weisses Roheisen darstellen. In ähnlicher Weise wirkt ein Kalkzuschlag auf leichtreducirbare und leichtschmelzige Erze (manche Spath- und Kohleneisensteine), aus denen man graues Eisen erzeugen will.

Das Verschmelzen der Frischschlacken allein, ein subtiler Process, giebt nur bei reinem Material und passender Vorbereitung durch Rösten, Zerkleinern u. s. w. (S. 55) erwünschte Resultate und lassen sich dann verschiedene Eisensorten durch passendes Beschicken erzielen. Namentlich empfiehlt sich eine Präparation nach dem Lang-Frey'schen Verfahren, eine Composition von Schlackenpulver mit Cokeslösch und Kalk (S. 55). Zu Waidisch[1]) (Innerösterreich) erzeugt man durch Herstellung einer leichter oder schwerer reducirbaren Beschickung aus solchen Schlacken graues, halbirtes, luckiges, strahliges und Spiegeleisen. Für strahliges Eisen: Eisengehalt der Schlackengattirung 54 Proc., der Beschickung 41 Proc., Kalkzuschlag pro 100 Eisen 23 Proc., Hohofenschlackenzuschlag 34 Proc., Windpressung 35 mm., Windtemperatur 300° C. — Königshütte[2]) in Oberschlesien, Beschickung aus 100 Puddel- und Schweissofenschlacke (a. ungeröstet, b. geröstet), 46 Kalkstein, 20 Thonschiefer, 3.5 Flussspath.

Roheisen.	a.	b.
Graphit	2.430	2.701
Kohlenstoff	0.676	0.168
Schwefel	Spr.	Spr.
Phosphor	0.570	0.566
Silicium	2.930	3.407

Schlacke.	a.	b.
Kieselsäure	45.48	45.53
Thonerde	8.22	8.47
Kalkerde	37.28	35.05
Magnesia	0.94	0.92
Eisenoxydul	2.39	1.92
Manganoxydul	4.07	5.71
Phosphorsäure	Spr.	Spr.
Schwefel	1.14	1.42

Miesling in Kärnthen: Einbinden von 100 Puddel- und Schweissofenschlacke mit 23 Kalk und 5—10 Kohlenlösch, Aufgichten im feuchten Zustande, Windpressung 33 mm., Windtemperatur 200° C. Ein nach Lang-Frey's Methode aus Puddelschlacken erblasenes Roheisen enthielt 94.50 Eisen, 2.50 Kohlenstoff, 0.06 Schwefel, 0.11 Phosphor, 2.46 Silicium.

Meist setzt man solche Schlacken den Eisenerzbeschickungen zu (S. 56); z. B. zu Gleiwitz[3]) Beschickung für grobkörniges Giessereiroheisen: 7.04 Proc. Puddel- und Schweissofenschlacken mit 20—30 Proc. Kieselsäure und 60—69 Proc. Eisenoxydul (welche den armen mulmigen Brauneisenstein auflockern und anreichern), 63.38 Proc. Oberschlesischer Brauneisenstein und 29.58 Proc. Muschelkalk; für weisses strahliges Roheisen: 34.25 Schlacken, 34.25 Brauneisenstein, 31.50 Kalkstein oder 37.03 Schlacken, 22,22 Spatheisenstein aus Oberungarn, 14.82 Brauneisenstein und 25.93 Kalkstein; für Spiegeleisen: 17.36 Schlacken, 52.08 Brauneisenstein, 30.56 Kalkstein. Zu Witkowitz[4]) in Mähren: 30—32 Proc. Puddel- und Schweissofenschlacken, 30 Proc. Magnet- und Thoneisenstein und 40 Proc. Kalkstein.

Roheisen (a.—g.) und Schlacken (h. und i.) von solchen Beschickungen enthielten:

	a. Kryst.	b. Strahl.	c. Körnig.	d. Oberfl.	e. Strahl.	f. Luckig.	g. Oberfl.
Eisen	95.58	95.69	96.76	92.98	93.26	90.76	92.02
Chem. geb. C.	3.64	3.36	2.52	2.95	3.08	2.06	1.98
Graphit	—	0.03	0.62	1.67	0.85	—	2.811
Silicium	0.30	0.54	0.62	1.54	2.59	4.28	3.09
Phosphor	0.25	0.19	0.06	0.20	0.12	1.02	Spr.
Schwefel	0.13	0.17	0.01	0.25	0.08	1.88	0.11
Mangan	—	Spr.	—	0.39	—	—	—

1) Kerpely, Ausst.-Ber. 1873, S 58. Preuss. Ztschr. 22, 280, 286. 2) Frantz' Oberschles. Ztschr. f. Gewerbe u. s. w. 1874, No. 20, 21. 3) Kerpely, Ausst.-Ber. S. 97, 229. 4) Oest. Jahrb. Bd. 19, S. 200.

	b.	i.
Kieselsäure . . .	34.90	49.80
Thonerde	5.80	9.30
Kalkerde	50.63	35.91
Magnesia	0.93	—
Eisenoxydul . . .	6.52	1.35
Manganoxydul . .	1.04	1.11
Schwefel	0.08	1.51
Phosphor	0.10	Spr.

a.– d. Beschickung: 30 Puddelschlacke, 30 Schweissofenschlacke, 5 sandiger, 10 thoniger und 15 kalkiger Sphärosiderit, 3 kieseliges und 7 kalkiges Magneteisenerz mit 44.93 Eisen. e.—g. Beschickung: $^2/_3$ Schlacken, $^1/_3$ Eisenerz. h. Schlacke von b; i. Schlacke von 44 Frischschlacken, 27 Erz und 29 Kalkstein.

3. Leichtflüssigere Schlacken. Für die Erzeugung des weissen Eisens ist die Normalschlacke (S. 166) zu strengflüssig und es bedarf eines Zuschlages, welcher den Schmelzpunkt der Schlacke demjenigen der verschiedenen weissen Roheisenarten (Spiegeleisen, strahlige, blumige, luckige Flossen, weisses Gaareisen) conform macht. Leichtflüssigere Schlacken.

Im Allgemeinen wird ein Silicat um so leichtschmelziger, je mehr Basen vorhanden sind. Jedoch wirken ganz besonders auf Leichtschmelzigkeit Manganoxydul, Eisenoxydul und Alkalien hin.

Alkalien (S. 24, 85) werden wegen zu hohen Preises und ihrer Flüchtigkeit selten absichtlich zugeschlagen, finden sich aber zuweilen in den Schmelzmaterialien in solchen Mengen, dass ihr günstiger Einfluss zur Geltung kommt. Namentlich macht alkalihaltiges Gestein (Feldspath, Glimmerschiefer u. s. w.) dolomitische Zuschläge leichtschmelziger und trägt zur Entfernung von Schwefel und Phosphor bei.[1])

Eisenoxydul wird deshalb selten (Südwaleser Ballasteisen[2]) und weisses körniges Frischroheisen bei reichlichem Zuschlag von Frischschlacken fallend unter Entstehung von Schlacken mit 12—20 Proc. Eisenoxydul, Minetteroheisen bei schwarzen Schlacken mit 1—2 Proc. Eisen wegen fehlenden Mangangehaltes im Erze) als Verflüssigungsmittel angewandt, weil dasselbe Eisenverlust herbeiführt und das fertig gebildete Roheisen im Herde entkohlt. Es entstehen dann bei sogenanntem Rohgang kohlenstoffarme unreine grelle Weisseisensorten (S. 45) neben einer eisenreichen Rohschlacke, z. B. von folgender Zusammensetzung: bei Graueisen (a.– f.) und Weisseisen (g.—k.)

	a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.	h.	i.	k.
Kieselsäure . .	58.94	56.90	53.42	48.53	40.6	37.63	37.80	47.15	40.60	41.80
Thonerde . . .	11.32	15.77	14.83	2.38	16.8	12.78	2 10	9.87	9.80	9.60
Kalkerde . . .	18.65	21.69	24.37	24.09	32.2	33.46	—	10.40	11.90	18.50
Eisenoxydul . .	8.83	4.22	2.42	19.36	10.4	3.91	21.50	18.10	25.60	17.80
Manganoxydul .	0.25	0.20	0.47	—	—	2.64	29.20	9.42	8.90	7.90
Magnesia . . .	0.28	1.63	3.42	3.39	—	6.64	8.60	3.40	2.40	3.80
Alkalien . . .	—	—	1.72	—	—	1.92	—	—	—	—
Schwefel . . .	—	0.22	—	—	—	0.68	—	1.66	—	—
Schwefelcalcium	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

a. Frühere Steinrenner Hütte (Harz). b. Königshütte (Harz). c. Veckerhagen (Hessen). d. Altenau (Harz) vom Eisenfrischschlackenschmelzen. e. Dudley. f. Seraing. g. und h. Siegen. i. und k. Steyermark.

Manganoxydul bleibt danach das Hauptmittel zum Leichtflüssigermachen der Schlacken, indem sich dasselbe sehr schwierig reducirt, das Roheisen im Herde nicht entkohlt, nebenbei durch Aufnahme von Silicium (S. 18) und Schwefel (S. 11), weniger von Phosphor (S. 13) ein reineres Roheisen giebt, dessen Mangangehalt bei seiner weiteren Verarbeitung, namentlich auf Stahl und Feinkorn,

1) Kerpely, Eisenhüttenwesen in Ungarn 1872 S. 100, 191. 2) Allgem. B. u. h. Ztg. 1863, S. 156. B. u. h. Ztg. 1862, S. 254.

höchst förderlich sein kann (S. 176). Die Erze enthalten entweder schon einen hinreichenden Mangangehalt (Spatheisensteine, manche Brauneisensteine, seltener andere Eisenerze) oder bedürfen manganhaltiger Zuschläge (eisenreiche Braunsteine, z. B. zur Dillinger Hütte 15 Proc. Manganerz mit 25—30 Proc. Eisen und 20 Proc. Mangan zu 25 Proc. Minette und 70 Proc. Nassauer Erzen behuf Darstellung von Roheisen für die Blechfabrikation; Knebelit S. 55, u. s. w.). In isomorpher Verbindung mit Eisenoxydul reducirt sich Manganoxydul leichter, als im Gemenge damit (daher aus rohen Spatheisensteinen leichter als aus gerösteten). Zuweilen lässt man sich bei fehlendem Mangangehalt im Erze behuf Bildung von Weisseisen etwas Eisen verschlacken, ohne gerade zu einem wirklichen Rohgang zu gelangen (Minetteeisen S. 173).

Beschickungsgrundsätze.

Unter Berücksichtigung der im Vorhergehenden gemachten Angaben über die Schmelzbarkeit der Schlacken gebenden Bestandtheile geschieht das Beschicken der Eisenerze zur Darstellung bestimmter Eisensorten nach folgenden Hauptgrundsätzen.

Spiegeleisen.

a. Spiegeleisen.[1]) Zur Erzielung dieses höchst gekohlten, manganreichen, an Silicium, Schwefel und Phosphor armen Productes sind die S. 39 angegebenen Bedingungen zu erfüllen.

Englische Beschickungen mit manganhaltigen spanischen Erzen gaben folgende Spiegeleisensorten nebst zugehörigen Schlacken:

	a	b.		a.	b.
Eisen	84.37	83.08	Kieselsäure .	29.70	35.00
Geb. Kohlenstoff	4.20	3.90	Thonerde . .	14.90	15.00
Graphit . . .	0.32	—	Kalkerde . .	48.70	30.00
Silicium . . .	0.99	0.54	Magnesia . . } Manganoxydul }	3.00	12—20
Schwefel . . .	0.04	Spr.			
Phosphor . . .	0.09	0.08			
Mangan . . .	9.85	12.30			

a. Aus 76 Erz, 16 Kalkstein und 45 Cokes. b. Aus 72 gemischtem Erz, 16 Kalkstein und 33 Cokes; Erzanalyse: 14 Kieselsäure, 16.5 Manganoxydul, 6 Thonerde, 3 Kalkerde und Magnesia, 47 Eisenoxyd. Gleiwitzer Gichten (S. 172) 180 kg. Frischschlacken, 135 kg. Tarnowitzer Brauneisenstein, 135 kg. Spatheisenstein. halb roh, halb geröstet, 233 kg. Cokes und 165 kg. Kalkstein.

Sonstige Schlacken von Spiegeleisenbeschickungen, meist gelbgrün gefärbt und in Folge bedeutenden Kalkgehaltes häufig zerfallend, haben nachstehende Zusammensetzung:

	a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.	h.	i.
Kieselsäure . .	38.05	41.45	38.15	36.05	35.20	26.7—26.30	30.84	37.90	46 61
Thonerde . . .	4 87	2.18	7.75	6.65	9.70	2.7— 8.8	11.15	6.09	6.70
Kalkerde . . .	29.80	23 51	28.85	32.00	27.20	6.7— 8.9	38.50	31.87	30.72
Magnesia . . .	16.85	5.61	1.70	6.45	5.85	4.7— 7.8	1.74	17.92	3.43
Eisenoxydul . .	1.43	1.09	1.25	1.70	1.40	—	0.32	0.28	4.97
Manganoxydul .	7.13	21.07	20.55	16.20	20.55	53.1—54.3	11.50	3.87	4.37
Alkalien . . .	—	1.75	—	—	—	—	—	1.48	1.85
Schwefelcalcium .	0.85	—	1.80	—	—	—	—	P = 0.59	Spr.
Schwefel . . .	—	0.113	—	—	—	—	3.42	—	0.88
Sauerstoff . . .	—	—	—	—	—	—	2.05	—	—

a. Neuberg. b. Lohe. c.—e. Von Finbo[2]) bei resp. 10, 10—11 und 17 Proc. Mangan im Roheisen (S. 42, No. f). f. Beschickung von Schisshyttan[3]) (Roheisen No. d, S. 42). g. Vulkan[4]) (Roheisen No. e, S. 42). h. Hrádek[5]) in Ungarn (Roheisen l, S. 42). i. Reschitza[6]) (Roheisen r, S. 42).

Weissstrahl.

b. Blumige oder strahlige[7]) und luckige Flossen (S. 43). Die Beschickung wird ähnlich wie beim Spiegeleisen zusammengesetzt, wohl durch reichlicheren Mangangehalt noch leichtschmelziger gemacht und bei niedrigerer Temperatur (bei verstärktem

1) Kerpely, Fortschr. 2, 140. B. u. h. Ztg. 1874, S. 346. Preuss. Ztschr. 22, 290 (Gleiwitz). 2) Kerpely, Eisen auf d. Wien. Ausst. S. 126. 3) Ibid. S. 117. 4) Ibid. S. 102. 5) B. u. h. Ztg. 1864, S. 336. 6) B. u. h. Ztg. 1865, S. 401. 7) Beispiel: Kerpely Fortschr. 2, 140. Preuss. Ztschr. 22, 290 (Gleiwitz).

Erzsatz, geringerer Winderhitzung u. s. w.) auf kohlenstoff- und siliciumärmeres Product verschmolzen. Weil es weniger auf Manganreduction, als auf ein reineres kohlenstoffärmeres, zum Frischen geeignetes Weisseisen ankommt, so bedarf es bei reinen Schmelzmaterialien minder starker Kalkzuschläge, als bei Spiegeleisen, in Folge dessen saurere Schlacken entstehen, wie nachstehende Analysen zeigen:

	a.	b.	c.	d.	e.	f.
Kieselsäure	51.44	50.80	45.73	44.65	43.70	39.12
Thonerde	3.66	3.30	5.58	17.00	10.40	4.91
Kalkerde	18.82	20.40	21.74	20.97	23.54	28.95
Eisenoxydul	4.30	17.60 (Eisenoxydul und Manganoxydul)	7.33	6.40	0.13	1.85
Manganoxydul	4.12		7.53	2.54	5.10	7.81
Magnesia	17.73	8.50	7.84	6.98	13.17	16.13
Alkalien	—	—	—	0.72	2.22	—
Schwefel	—	—	—	0.74	—	—
Schwefelcalcium	—	—	—	—	1.24	0.69
Phosphors. Kalk	—	—	—	—	0.078	—

a. Liezen. b. Steyermark. c. Vordernberg. d. Gittelde am Harz. e. Neuberg (Roheisen d, S. 43). f. Desgl.

In Schmalkalden[1]) erbläst man z. B. aus Spatheisensteinen, welche wegen eines Schwerspathgehaltes bei Braunsteinzuschlag auf Singulosilicatschlacke beschickt werden, bei niedriger Temperatur und Lage der Reductionszone im Obergestell ein schwachgekohltes, aber sehr reines Eisen, welches direct zur Gussstahlfabrikation in Tiegeln und als Treibeisen, d. h. als gaarender Zusatz beim Stahlpuddeln verwandt wird.

c. Ordinaires weisses Roheisen vom Gaargange (S. 44). Dasselbe wird unter ähnlichen Verhältnissen, wie Spiegeleisen erzeugt, nur erfolgt wegen Unreinheit der Schmelzmaterialien und geringeren Brennstoffaufwands behuf Erzielung eines billigeren Productes ein minder gekohltes, unreineres Roheisen, für die Darstellung von ordinairem Puddeleisen noch geeignet. Kalk- und Manganzuschläge reguliren sich nach dem Schwefelgehalt; mit der Steigerung des ersteren nehmen die Kosten für Brennstoff im Allgemeinen zu. Die Schlacken zeigen danach einen variirenden Kieselsäuregehalt, bei Holzkohlen höher als bei Cokes (S. 97). Ordinäres Weisseisen.

In England und Nordamerika erzeugt man häufig aus derselben Beschickung bei gleicher Temperatur und Pressung des Windes Giesserei- und Frischroheisen, indem man für letzteres den Erzsatz erhöht.[2])

	a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.	h.
Kieselsäure	51.09	49.170	46.220	44.0	40.0	33.62	41.85	35—26
Thonerde	6.10	7.394	10.667	8.4	10.8	9.32	14.70	18—20
Kalkerde	22.80	30.050	29.817	42.7	42.0	26.54	30.99	38—39
Eisenoxydul	1.39	2.196	2.622	0.8	4.0	1.69	2.63	2.5
Manganoxydul	1.86	6.672	4.650	2.0	1.6	16.95	1.24	1.0 (Manganoxydul und Magnesia)
Magnesia	14.76	1.424	1.668	1.8	1.2	0.79	4.76	
Baryterde	—	—	—	—	—	3.54	—	—
Alkalien	—	1.424	2.162	—	—	—	1.90	—
Kupferoxyd	—	0.066	0.126	—	—	—	—	—
Schwefelsäure	1.34	—	—	—	—	—	—	—
Schwefelcalcium	—	1.483	2.068	—	—	—	2.07	—
Phosphorsäure	—	Spr.	Spr.	—	—	—	0.15	—
Schwefel	—	—	—	0.3	0.4	1.13	—	—

a. Hrádek in Ungarn (Kerpely, Ausst.-Ber. S. 86). b. Bogschan (Roheisen a, S. 44). c. Dognacska (Roheisen k, S. 44). d. und e. Von Seraing. f. Von Heinrichshütte bei Lobenstein. g. Dowlais, Durchschnitt. h. Minetteroheisen von Esch in Luxemburg (Roheisen f, S. 44).

1) Ztschr. d. Ver. deutsch Ing. 18, 711. 2) B. u. h. Ztg. 1870, S. 81.

Die Beschickung für gewöhnliches weisses Schienenroheisen besteht in Südwales per Tonne (1015 kg.) erzieltes Roheisen aus 1422 kg. calcinirtem Spatheisenstein, 508 kg. Hämatit, 508 kg. Puddelschlacke, 711 kg. Kalkstein und 2113.6 kg. Steinkohle.

Verbesserung des ordinären Weisseisens.

Um aus ordinären Erzen, welche Roheisen mit 1—4 Proc. Phosphor geben würden, ein ausgezeichnetes Material für Feinkorneisen zu erzeugen, versetzt man dieselben (Minette, Raseneisenstein u. s. w.) in der Umgegend von Lüttich (Ougrée, Grevignée, Dolhain, Espérance) [1]) mit manganhaltigen Siegen'schen Erzen (mit 15 Proc. metallischem Mangan und 38 Proc. Eisen) und verschmilzt das Gemenge unter Umständen, unter denen ein manganreiches Roheisen entsteht. Das Mangan scheidet zwar den Phosphor im Hohofen nicht ab, aber beim Verfrischen des mangan- und phosphorreichen Roheisens trägt das Mangan zur Entfernung des Phosphors bei, sodass gutes Feinkorneisen, zu Draht, Blech, Achsen, Bandagen u. s. w. verwendbar, entsteht (s. später). Als Mittel zur Erzielung eines manganreichen Weisseisens haben sich bewährt: 16—17 m. hohe Oefen mit hohen Gestellen und geraden Wänden von 2.2 m. Höhe zur Temperatursteigerung, stärkerer Kalkzuschlag, als für gewöhnliches Frischroheisen, welcher verschlacktes Manganoxydul frei machen soll, und schwache Windpressung (10—14 cm. Hg) zur Verlangsamung des Ofenganges, wobei sich das Mangan weniger leicht verschlackt; Windtemperatur von 240° C. Man erzeugt 3 Sorten Roheisen, Spiegeleisen mit über 6, Weissstrahl mit 3-6 und geflecktes Eisen mit weniger als 3 Proc. Mangan (a), welches letztere z. B. im Vergleich zu ordinärem Frischroheisen (b) ohne Zuschlag manganhaltiger Erze nachstehende Zusammensetzung hat:

	C	P	S	Si	Mn
a.	3	1—2	0.01—0.1	0.5—1.0	0.25—3.5
b.	2	1—2	0.3	0.2—0.5	0

Im Nachstehenden folgen noch einige Analysen von Roheisen und Schlacken, welche letztere immer grün, oberflächlich braun, $^1/_2$—$^1/_3$ des Mangangehaltes des Erzes enthalten. Bei Darstellung von Spiegeleisen mit grösserem Kalkzuschlag zerfallen dieselben; zu Grevignée erzeugt man behuf Ersparung von Brennmaterial eine kieselsäurereichere Schlacke.

Roheisen.

	a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.	h.
C	3.5	—	—	6.29	2.25	2.12	—	—
Si	1.5	0.60	0.44	0.70	0.98	0.97	0.213	0.376
S	—	—	—	—	0.009	0.05	0.04	—
P	1.6	1.09	1.46	—	1.20	0.52	1.84	2.804
Mn	2—3	3.04	1.60	5.27	2.65	2.73	0.279	—
Cu	—	—	—	—	0.03	—	—	—

a. Grevignée. b.—d. Ougrée. e. und f. Dolhain. g. und h. Espérance.

Schlacken.

	a.	b.	c.	d.
Kieselsäure	32.75	35.00	39.00	38.00
Kalkerde	36.00	45.00	40.00	41.00
Magnesia	9.77	—	—	—
Thonerde	17.82	13.00	12.00	14.60
Eisenoxydul . . .	0.93	3.76	2.17	2.17
Manganoxydul . . .	1.21	0.50	2.00	1.50
Schwefel	0.74	0.59	—	0.45
Phosphorsäure . . .	—	0.36	1.625	0.20

a. Kalk- und magnesiareiche zerfallende Schlacke von Roheisen mit 6 Proc. Mangan. b.—d. Von Espérance.

Beschickungsberechnungen.

Als Beispiel für eine Beschickungsberechnung möge gelten, dass zwei Eisenerze von der Zusammensetzung

	Fe	Fe_2O_3	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	MnO	CO_2+H_2O
Rotheisenstein	(0.12)	0.60	0.30	—	0.6	0.4	—	—
Brauneisenstein	(0.28)	0.40	0.25	0.20	—	—	0.5	0.10

auf eine dem Singulosilicat sich nähernde Schlacke mit nicht über

1) B. u. h. Ztg. 1875, S. 73.

45 Proc. Kieselsäure und nicht über 15 Proc. Thonerde (S. 166) beschickt werden sollen. Es wird dieser Bedingung am zweckmässigsten entsprochen, wenn man 58 Proc. Rotheisenstein mit 42 Proc. Brauneisenstein gattirt und dann noch 36 Thle. Kalkstein mit 20 Proc. Kalkerde hinzufügt. Es enthalten:

	Fe	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	MnO	CO_2+H_2O	O
58 Rotheis. .	24.4	17.4	—	3.5	2.3	—	—	10.4
42 Brauneis.	11.8	10.5	8.4	—	—	2.1	4.2	5.0
100 Thle. =	36.2	27.9	8.4	3.5	2.3	2.1	4.2	15.4
36 Thle. Kalkst.				20.0				
136 Thle. =	36.2	27.9	8.4	23.5	2.3	2.1	4.2	15.4

Hiernach enthalten 136 Thle. Beschickung 64.2 Thle. (27.9 + 8.4 + 23.5 + 2.3 + 2.1) schlackengebende Stoffe = 47.2 Proc., wovon beim Schmelzen etwa 1.5 Proc. durch Zersetzung von Kieselsäure u. s. w. verloren gehen, also nur 45.7 Proc. bleiben, und 26.6 Proc. Eisen.

Es zeigen sich die 45.7 Proc. Schlackenbestandtheile von nachstehender procentischer Zusammensetzung:

	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	MnO
	43	13	37	4	3
Sauerstoff	22	6	11	1.6	0.7

Nimmt man einen Schmelzverlust von 1.5 Proc. Eisen und in dem entstehenden Roheisen 6 Proc. fremde Bestandtheile an, so werden die 26.6 Proc. Eisen in der Beschickung 28.3 Proc. graues Roheisen geben und es stellt sich dann das Verhältniss von letzterem zur Schlackenmenge wie 100 : 161 (denn 28.3 : 45.7 = 100 : x).

Zur Erleichterung derartiger Berechnungen[1]) haben neuerdings Balling[2]) und Mrázek[3]) Hilfstabellen und graphische Auflösungsmethoden für Möllerungen mitgetheilt. — Nach Stühlen ist das Verhältniss von SiO_2 und Al_2O_3 : CaO, MnO, MgO, FeO und KO bei ordinärem schwach gekohlten Eisen wie 60 : 40, bei gutem Puddelroheisen und Giessereiroheisen 50 : 50, bei Spiegeleisen und Weissstrahl aus manganreichen Erzen 45 : 55. Wegen Verflüchtigung von Substanzen findet man die fixen Bestandtheile der Beschickung nicht vollständig in der Schlacke wieder.[4])

Verfahren beim Gattiren und Beschicken.

Behuf des Gattirens und Beschickens werden die verschiedenen Erze dem Volumen oder Gewichte nach in horizontalen Lagen zu einem 45—65 cm. hohen Haufen (Möller, Möllerung) über einander ausgebreitet und bei Holzkohlenöfen die Zuschläge oben aufgebracht, worauf man beim Chargiren sämmtliche Lagen des Möllers von oben herab gleichmässig wegnimmt. Bei Cokeshohöfen bringt man meist das Erz für sich in den Ofen und dann den Kalk darauf, oder sämmtliche Materialien in den Chargirapparat, wo sie sich bei dessen Oeffnung mengen (Gleiwitz, England u. s. w.); seltener wirft man den Kalk auf den Boden des Gichtwagens und darauf die verschiedenen Erze in abwechselnden Schichten (Vorwärtshütte) oder fährt Erz, Schlacken

1) Beispiele f. westphäl. Kohleneisensteine in B. u. h. Ztg. 1857, S. 335; 1858, S. 231; Harzer Roth- und Brauneisensteine ebend. 1862, S. 77; Heinrichshütte bei Lobenstein ebend. 1857, S. 335; für verschiedene Erze im Oest. Jahrb. 10, 317, 362; Böhmische und mährische Hütten ebend. 17, 277; 18, 179. Oest. Ztschr. 1867, No. 31—35; Banater Hütten B. u. h. Ztg. 1865, S. 243; Neuschottland und für Minette im Moseldepartem. in Kärnthn. Ztschr. 1873, S. 251 und 253. Vulkan in Kerpely, Ausst.-Ber. S. 98 (sehr lehrreich). Sonstige Beispiele: Kerpely, Fortschr. 2, 133—138; 3, 108 (Schottland). 2) Oest. Ztschr. 1870, S. 15, 118; 1871, No. 52. 3) Oest. Jahrb. Bd. 18 und 19. 4) Kerpely, Fortschr. 2, 123.

und Kalk lagenweise zu Möllerhaufen auf und füllt dann erst dem Gewichte nach in die Gichtwagen (Oberschlesien). Vor dem Verschmelzen des Möllers werden gewöhnlich Nässe und durchschnittlicher Eisengehalt ermittelt (Näss- und Möllerprobe).

Lage des Möllerungsraumes. Wenn möglich legt man die Eisenhohöfen an Bergabhänge und nimmt dann das Gattiren und Beschicken auf dem Beschickungs- oder Möllerboden neben der Gicht vor; bei Lage des Ofens in der Ebene bedarf es ansteigender Auffahrtbrücken (Russland u. s. w.) oder maschineller Vorrichtungen (Gichtaufzüge) zum Emporschaffen der auf der Hüttensohle, seltener im Hüttengebäude selbst als in einem besonderen Hause (Möllerhaus, Möllerhalle) angefertigten Möllerung. Die Gichten mehrerer neben einander befindlichen Oefen werden durch eine mit Schienengeleisen versehene und mit einem Aufzugsthurm[1]) communicirende Gichtbrücke verbunden.

Gichtaufzüge. Die Gichtaufzüge[2]), bei deren Auswahl vorhandenes Wassergefälle, klimatische Verhältnisse, Ueberschuss von billiger Gebläseluft, locale Stellung des Hohofens u. A. in Rücksicht kommen, können sein:

Handaufzüge. 1. Handaufzüge[3]) in Gestalt von Haspeln mit oder ohne Vorgelege, bei geringen Förderhöhen (Holzkohlenöfen).

Maschinenaufzüge. 2. Gichtaufzüge durch Dampf- oder Wasserkraft betrieben, für grössere Höhen.

a. Förderung durch Dampfmaschine. Derartige Vorrichtungen enthalten als Haupttheile die Bahn für die Fördergefässe, die Arbeitsmaschine des Aufzuges (Treibapparat) in Gestalt einer Trommel oder Scheibe mit darüber geschlungenem Seil oder Kette und die Kraftmaschine (von $2^1/_2$—3 Pferdekraft für einen grossen Ofen, von nur $1^1/_2$ pro Ofen, wenn ein Aufzug mit mehreren Oefen verbunden ist), nebst Transmission für den Treibapparat. Man unterscheidet:

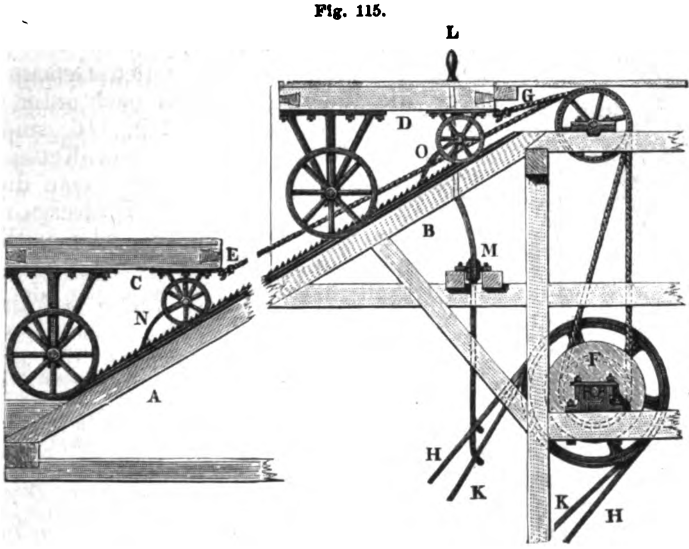
α. Aufzüge mit geneigter und verticaler Bahn. Erstere[4]), früher besonders in Belgien und England da gebräuchlich, wo das Möllerhaus zwischen Gichtniveau und Ofensohle liegt, erfordern bei höheren Oefen viel Raum, sind kostspielig in der Unterhaltung und erleiden häufiger Brüche an den Ketten und Seilen, an denen die Gichtwagen befestigt sind. Letztere laufen entweder unmittelbar auf den Schienen oder stehen auf horizontalen Plattformen mit Rädern (Fig. 115). Die Dampfmaschine steht unter der 25—30° geneigten doppelgleisigen Holz- oder eisernen, brückenartig construirten Bahn. Geschwindigkeit 0.628—1.1 m.

Beispiel. Fig. 115. *A* und *B* neben einander aufsteigende Schienenbahnen mit 30—45° Steigung. *C* und *D* Wagen zur Aufnahme des Gichtwagens, beide durch ein Seil *E*, *F*, *G* mit einander verbunden, welches um die Trommel *F* gelegt ist, bei

1) Witkowitzer Thurm in Kerpely, Ausst.-Ber. S. 52. Le Blanc, Eisenhüttenkunde I, Taf. 17—20, III, Taf. 25—28. Valerius, Roheisenfabrikation, deutsch v. Hartmann, 1851, S. 337. Delvaux de Fenffe in B. u. h. Ztg. 1857, S. 271. 2) Weisbach, Ingenieur- und Maschinenmechanik 3, 452. v. Hauer, die Hüttenwesens-Maschinen 1867, S. 137. Kerl, Met. 3, 166. Kerpely, Fortschr. 3, 80; 4, 72. Jordan, Cours de Métallurgie 1874, Taf. 52—54. 3) Rev. univers. 10, 186. 4) Rev. univers. 12, 249. Valerius, Roheisenfabrikation, deutsch v. Hartmann 1851, S. 337. Tunner's Ber. über die Londoner Ausstellung v. 1862, S. 32. Allg. B. u. h. Ztg. 1863, S. 139.

deren Umdrehung ein Wagen aufgezogen, der andere herabgelassen wird. *H* und *K* Riemen zur Uebertragung der Umtriebskraft auf die Trommel, von denen der

Fig. 115.



eine offen, der andere gekreuzt ist. Je nachdem durch den Rückhebel *L*, *M*, *K* der eine oder der andere Riemen auf eine feste oder auf die lose Rolle der Umtriebswelle geschoben wird, dreht sich die Trommelwelle nach der einen oder anderen Richtung. *N* und *O* Sperrklinken. — Barmingham[1]) will die Bahnen mit einer Locomotive befahren.

Bei verticalen Aufzügen[2]), stets mit Bremse versehen, gleiten die Förderschalen zwischen hölzernen Leitungen oder erhalten durch runde Eisenstangen oder Drahtseile Führung. Die Dampfmaschine befindet sich unten seitlich vom Gichtthurm (meist Zwillingsmaschine und Umsteuerung mit Stephenson'scher Coulisse) oder auf demselben (oscillirende Maschinen).[3]) Erstere Anordnung erleichtert die Fundamentirung und Aufsicht über die Maschine, bei kürzeren Dampfleitungen und grösserer Räumlichkeit auf der Gicht erfordert sie aber besondere Seilscheiben und erschwert die Beobachtung der oben ankommenden Fördergefässe, somit die sichere Bedienung. Die oben ankommende Plattform wird durch Knaggen festgehalten, welche behuf des Herablassens der ersteren mittelst Fusstrittes zurückgezogen werden. Das Treiben des Aufzuges durch die Gebläsemaschine macht die Windzuführung ungleichförmig.

Die verticalen Dampfaufzüge arbeiten schneller als geneigte und sind am häufigsten angewandt, weil klimatische Verhältnisse darauf ohne Einfluss bleiben.

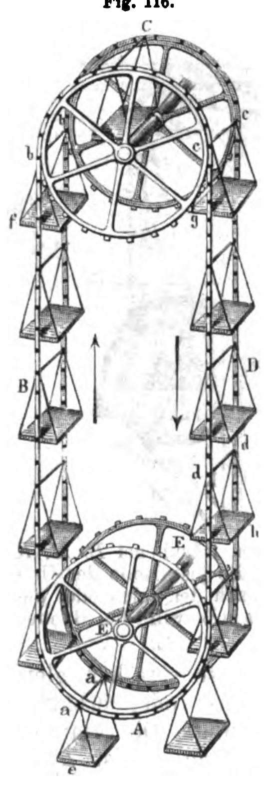
β. Einfach und doppelt wirkende Aufzüge. Bei ersteren, wegen geringer Leistung nur wenig angewandt, geht das Seil abwechselnd beladen auf- und leer abwärts, während bei letzteren zwei Seile von den gegenüber liegenden Seiten des Trommelumfanges

---

1) B. u. h. Ztg. 1867, S. 217. 2) B. u. h. Ztg. 1861, S. 354. Allg. B. u. h. Ztg. 1861, S. 252. Hartmann, Fortschr. 5, 98. Schönfelder, Baul. Anlag. 1861, 1. Jahrg. S. 9, Taf. 4 und 5. Berggeist 1869, S. 303. 3) Preuss. Ztschr. 22, 275 (Gleiwitz).

herabgehen. Auch hat man über zwei Scheiben laufende Ketten ohne Ende, **Paternosterwerke**[1]), von denen die eine Scheibe vom Motor bewegt wird. Bei geneigter Bahn wird das Gefäss mittelst Hakens in die Ketten eingehängt, deren eine die vollen Gefässe nach oben, die andere die leeren nach unten führt. Bei verticalen Aufzügen (Fig. 116) sind entweder und besser zwischen zwei Ketten Förderschalen aufgehängt, auf die man die Gefässe stellt, um sie nach dem Entleeren wieder abzunehmen (englische Kette), oder die Ketten gehen unten und oben über Räder und greifen mit Haken in Oesen oder Krampen der Fördergefässe ein.

Fig. 116.



Derartige Apparate leisten zwar viel und sind leicht zu bedienen, erfordern aber viel Reparaturkosten. Geschwindigkeit 10.5—15.8 cm.

Englische Kette (Fig. 116). *A* und *C* zwei Paar mindestens 2.2 m. hohe Eisenscheiben mit keilförmigen Zähnen, welche zwischen die Glieder der schmiedeeisernen Laschenkette *A*, *B*, *C*, *D* greifen. *aa*, *bb*, *cc* u. s. w. schmiedeiserne Verbindungsbolzen zwischen den Ketten, an welch ersteren die die Chargirgefässe aufnehmenden Aufziehschalen *e*, *f*, *g*, *h* hängen. *EE* Welle des unteren Scheibenpaares, mittelst Räderwerkes durch Wasser- oder Dampfkraft langsam in Umtrieb versetzt.

b. **Förderung durch Wasserrad.** Das als Kehrrad vorgerichtete Rad befindet sich bei dem fast nur allein angewandten verticalen Aufzuge unter der Hüttensohle.

Wasserwaagen.

3. **Wassertonnenaufzüge** (**Wasserwaagen, Balancen.**[2]) An den Enden eines mehrmals um die Scheibe *A* (Fig. 117) geschlungenen und über Seilscheiben gehenden Drahtseiles sind die Förderschalen mit Blechkästen *B* und *C* darunter befestigt, von denen der eine oben befindliche und das leere Fördergefäss tragende nach dem Füllen mit Wasser aus den Behältern *E* und *D* das Uebergewicht erhält, sinkt und den vollen Gichtwagen auf dem wasserleeren Kasten des anderen Kettenendes emporzieht. Beim Aufstossen des Kastenventils *c* gegen ein Hinderniss *K* auf der Hüttensohle öffnet sich das Ventil und das Wasser fliesst aus. *F* Bremsrad mit Drücker *R*.

Ein sehr einfacher, namentlich bei vorhandenem Wassergefälle sich empfehlender Apparat, welcher bei Vorhandensein von warmem Condensationswasser gewöhnlich allen anderen Apparaten vorgezogen wird. Bei Frostwetter schwierig nutzbar, häufig wegen Undichtwerdens der Zu- und Abflussventile und sonst auch Wasser verschwendend. In Middlesborough[3]) z. B. kommen derartige Apparate für die stärksten Förderungen (bis 5000 kg. Bruttolast) bei sonstiger sehr zweckmässiger Construction in Anwendung. Zu Rothehütte hat sich ein Wasseraufzug mit Schraubenregulirung gut bewährt.

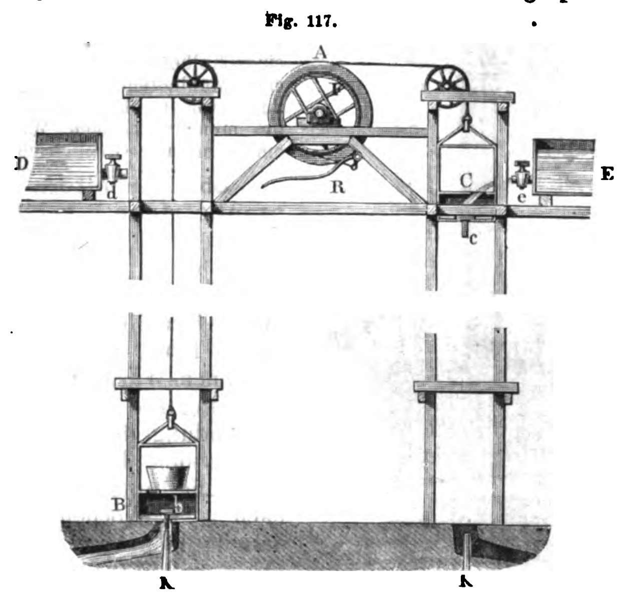
---

1) Valerius c. l. 2) Zeichnungen des Ver. Hütte: 1858, Taf. 18. Allg. B. u. h. Ztg. 1860, S. 373, Taf. 16. Rittinger's Erfahr. 1855, S. 38. B. u. h. Ztg. 1861, S. 372, Taf. 11 1871, S. 17. 3) B. u. h. Ztg. 1874, S. 291.

Hydraul. Aufzüge.

4. Hydraulische oder Wassersäulenaufzüge.[1]) Mittelst Pumpen, deren Arbeit meist in einem Accumulator[2]) aufgehäuft wird, erzeugter Wasserdruck wirkt unter einen Kolben, dessen Stange die zwischen Gleitstangen geführte Plattform hebt, dagegen sinkt, wenn durch Oeffnen eines Ventils das gepresste Wasser unterhalb des Kolbens herausgelassen wird und das Zutrittsrohr abgesperrt ist. Auch kann die Plattform indirect durch Vermittlung von Seilen oder Ketten gehoben werden.

Fig. 117.



Bei der, der Ofenhöhe entsprechenden Hubhöhe des Kolbens, also der Länge des Cylinders, ist unangenehmer Weise eine der Ofenhöhe entsprechende Versenkung unter der Hüttensohle anzubringen. Für jeden Gewichtstheil Roheisen bedarfs mindestens 6 Gewichtstheile Wasser, welches von den Pumpen in ein ca. 3 m. über dem Ausflusspunkte liegendes Reservoir gefördert werden muss. Frost wirkt störend und es sind theure Gichtthürme erforderlich.

Pneumatische Aufzüge.

5. Pneumatische Aufzüge.[3]) Dieselben wirken wie die hydraulischen, nur lässt man Gebläsewind unter einen die Plattform tragenden Kolben treten. Wegen ungünstiger Wirkung auf die Gleichmässigkeit des Windes ist eine sehr weite und lange Windleitung erforderlich.

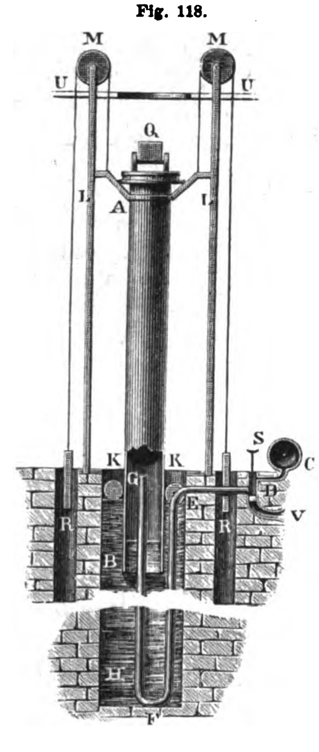
Gibbon's Aufzug[4]) (Fig. 118). *A B* Röhre aus Eisenblech von 1.7 m. Weite und 16 m. Länge, in den gemauerten Schacht *B*, *E*, *F* ausfüllendes Wasser mit dem unteren Ende eintauchend. *C*, *D*, *E*, *F*, *G* Röhre zur Zuleitung von comprimirter Luft in die Röhre *A B*, welche sich dabei in einer Leitung *KK* und *LL* hebt und mit ihr das Chargirgefäss *Q*. *D*, *S* auf- und niederschiebbarer Steuerkolben zur Regulirung des Auf- und Niederganges der Röhre *A B*, indem durch *D*, *S* das Windrohr bald mit der Gebläsewindleitung *C*, bald mit der atmosphärischen Luft bei *V* in Verbindung gesetzt wird. *UU* Gichtboden. *R* Gegengewichte an über Rollen *M* gehenden Seilen zum fast vollständigen Aequilibriren der Röhre *A B*.

Diese sehr leistungsfähigen, geringer Reparaturen bedürftigen und keine besondere Maschine erfordernden Aufzüge brauchen $^1/_{80}$ von der für den Hohofen

1) B. u. h. Ztg. 1857, S. 55, 221. Schönfelder, Baul. Anl. Jahrg. I, S. 8, 19, Taf. 1. Rev. univers. 1, 294. Rittinger's Erfahr. 1864, S. 37. Kerpely, Fortschr. 3, 80; 4, 74; 5, 111. 2) B. u. h. Ztg. 1873, S. 69. 3) B. u. h. Ztg. 1850, No. 14, 15; 1857, No. 33; 1859, No. 32; 1867, S. 217, Taf. 7, Fig. 18 (Cleveland). Bullet. de la soc. de l'ind. min. 4, 336. Dingl. 115, 17. Kerpely, Fortschr. 2, 92. 4) Polyt. Centr. 1850.

nöthigen Windmenge. Ein Apparat bedarf, um 500 kg. 16 m. hoch zu heben, 12 cbm. Luft von 0.16 kg. pro qcm. Sehr einfach sind die Vorrichtungen in Cleveland[1]), wo die Gebläseluft unter eine in Wasser schwimmende Glocke tritt, welche das Fördergefäss hebt. Durch Anwendung einer besondern Compressionspumpe[2]) lässt sich die Spannung der Luft steigern und der Kolbenquerschnitt verringern. Auch saugt man wohl bei als Gegengewicht dienendem Plunger durch Luftpumpen die Luft aus einem Cylinder aus, wo dann der Atmosphärendruck einen Kolben in ersterem empor treibt[3]) (Schwechat, Mühlhofen am Rhein). Man macht sich dadurch vom Gebläse unabhängig, was namentlich bei minder kräftigen Maschinen zur Erhaltung eines normalen Ofenbetriebes wünschenswerth ist.

Fig. 118.



Hohofenarbeiten.

35. Arbeiten beim Eisenhohofenbetriebe. Am häufigsten kommen nachstehende Operationen beim Ofenbetriebe vor:

Aelteres Verfahren.

A. Das Abwärmen des Ofens durch Einleiten von Feuergasen durch die offene Brust aus einem davor erbauten Flammen-Wärmofen bei geschlossenen Formen und lose bedeckter Gicht oder durch Anwendung der von anderen Feuerungen abgehenden Feuergase oder durch eine Feuerung unter der Ofensohle (S. 107); nach 2—3 Wochen, wenn keine Wasserdämpfe mehr aus der Gicht entweichen, Entfernung des Wärmofens, Unterhaltung eines Kohlenfeuers im Herde bei möglichster Absperrung des Luftzutritts zu demselben während 12—14 Tagen, Auffüllen des Ofens mit Kohle bis zur Gicht, Anzünden derselben durch den Vorherd, Schliessen aller zu dem Herd führender Oeffnungen und Verdecken der Gicht mit einem eine Zugöffnung enthaltenden Deckel, öfteres Ausräumen der Asche durch den Vorherd (etwa alle 12 St.), bei Cokesöfen nach jedesmaligem Abfangen der Brennmaterialsäule durch unterhalb des Tümpels eingesteckte Eisenstäbe (Rostschlagen), nach jedesmal 6—8 St. Ersetzung der im Herde verbrannten Kohlen durch Aufgebung frischer (leere Gichten) in die flammende Gicht und Fortsetzung dieser Arbeiten bei Holzkohlenöfen während 4—5, bei Cokesöfen 5—7 Wochen, bis der Herd Hellrothgluth zeigt.

Neueres Verfahren.

Neuerdings stellt man einen ausgeblasenen Ofen nach der später zu erwähnenden Lürmann'schen Methode innerhalb 4 Wochen neu zu, bläst nach 3 Tagen mit einem Minimum von Cokes ohne Rostschlagen an und bringt den Ofen innerhalb 8 Tagen in vollen Betrieb.

Aelteres Verfahren.

B. Anblasen des Ofens, diejenige auf die Dauer der Schmelzcampagne wesentlich influirende Periode, während welcher bei allmälig

1) B. u. h. Ztg. 1862, S. 245; 1863, S. 140; 1867, S. 217. 2) B. u. h. Ztg. 1874, S. 291.
3) B. u. h. Ztg. 1867, S. 217, Taf. 7, Fig. 18.

gesteigertem Erzsatz der Ofen in normalen Gang gebracht wird, d. h. auf eine bestimmte Menge Brennmaterial der bei Entstehung der gewünschten Roheisensorte höchste Ersatz kommt, bei folgenden Manipulationen[1]): Oeffnen des Vorherdes (bei Sumpföfen) und der Formen, Aufgeben von etwas Kalkstein (Marke), dann abwechselnd leichtflüssiger Beschickung und Brennmaterial (stille Gichten, ohne Gebläse niedergehend), Schliessen des Vorherdes, sobald sich Kalkstücke vor der Form zeigen mit dem Wallstein, schwaches Anlassen des Gebläses anfangs bei kaltem Wind und engen Düsen, Reinigung von Formen und Vorherd alle 2—3 St. von den halbflüssigen Ansätzen, Abstechen des ersten meist weissen Roheisens, allmälige Verstärkung des Erzsatzes von normaler Zusammensetzung bei eingebrachten weiteren Düsen und Verstärkung des Gebläses, sowie Erhitzung des Windes, bis die Brennmaterialgicht den höchsten Erzsatz trägt, bei welchem sich noch das begehrte Roheisen erzeugt.

Neuere Methoden.

Zur Beschleunigung[2]) des sonst bei grossen Cokesöfen gewöhnlich gegen 12 Wochen und mehr dauernden Anblasens bringt man in England auf die Sohle des völlig abgewärmten Ofens 500—1000 kg. Holz, darauf 6000—6500 kg. Cokes, dann abwechselnd schwache Erzgichten und Brennmaterial bis zu $^1/_3$ der Ofenhöhe, zündet das Holz an, füllt, sobald die Flamme durchschlägt, bis zu $^2/_3$ der Ofenhöhe auf, trägt, wenn die Flamme wieder durchgeschlagen ist, den Ofen voll, verstärkt dabei allmälig den Satz und lässt, wenn sich flüssige Massen im Herde zeigen, das Gebläse (nach 4—6 Wochen) an. — Westphalen: Füllen des etwa 14 Tage durch Feuergase aus dem Wärmofen abgewärmten, keine Wasserdämpfe mehr entlassenden Ofens bis zu den Formöffnungen mit trockenem Holz, Hobelspänen u. s. w., darauf bis zur halben Rasthöhe mit festen Cokes, darauf eine Marke Kalkstein in groben Stücken (z. B. 300 kg.), darüber Cokesdecke; Füllen des übrigen Ofens mit abwechselnden leichtschmelzigen und leichten Erz- und Cokesgichten (z. B. erste Gichten 900 kg. Erz und 150 kg. gaare Hohofenschlacke auf 700 kg. Cokes, dann folgende 4 Gichten Erzsatz 990 kg. und 150 kg. Schlacken, die nächsten 4 Gichten 1050 kg. Möller und 70 kg. Schlacke, Steigerung der Erzgicht nach je 3 Gichten um 40 kg., bis zuletzt auf 1280 kg. Möller (38 Erz und 26 Proc. Kalkstein) ohne Schlacke, Anzünden des Ofens, Einsetzen des Wallsteines, nachdem sich die Marke vor den Formen gezeigt hat, Anlassen des Gebläses, Steigerung des Möllers bis zum normalen Satz (z. B. nach 10 Tagen auf 2100 kg.). — Lürmann[3]) hat die Zeit des Anblasens ohne Rostschlagen auf wenig mehr, als eine Woche ermässigt durch Anbringen von vier gleichmässig vertheilten Windformen unmittelbar über dem Bodenstein, wie bereits früher von Dufournet[4]) auf Grund von Erfahrungen bei Cupoloöfen vorgeschlagen worden. Man füllt den Herd durch die Lürmann'sche Schlackenform mit Holz bis zur Rasthöhe, lässt Cokes in Körben herab, die ein Arbeiter sorgfältig vertheilt, bringt darauf Kalkstein zur Bindung der Asche, dann wieder Cokes, Schlacke vom Gaargang, leichtflüssige Beschickung auf Weisseisen, Schlacke; Steigerung der Beschickung von 5 zu 5 Gichten unter Abbrechen von Schlacke, Füllen des Ofens bis 1.88 m. unter der Gicht (nach 48 St.), Anzünden desselben am Stich bei offener Gicht und geschlossenen Formen, Einlassen von Wind, wenn das Feuer die Formen erreicht, von 2.7 cm. Quecksilber-Pressung durch die 33 mm. weiten Düsen, Steigerung der Pressung auf 4 cm., bis sich Schlacke beim Eisenabstich zeigt, Schliessen des letzteren mit Sand bis auf ein 52 mm. weites Loch am Boden, durch welches die Gase entweichen und den Boden warm halten, Einsetzen der Schlackenform, allmäliges Steigern der Pressung, öfteres Aufbrechen und Reinigen der Düsen, Schliessen des Gasfanges, wenn sich die Gase an der Gicht entzünden, allmäliges Einsetzen weiterer Düsen, bis man auf solche von 105 mm.

1) Beispiele: Valerius c. l., p. 366; B. u. h. Ztg. 1856, S. 335; 1858, S. 86; 1862, S. 234. Allg. B. u. h. Ztg. 1863, S. 23. 2) Allg. B. u. h. Ztg. 1863, S. 22, 194. Kerpely, Fortschr. 6, 116. Preuss. Ztschr. 14, 309; 22, 285 (Gleiwitz). B. u. h. Ztg. 1865, S. 159; 1874, S. 229. 3) Berggeist 1869, No. 103; 1870, No. 35. Ztschr. d. Ver. deutsch. Ingen. 14, 725; 16, 666. Oest. Ztschr. 1878, S. 25. 4) B. u. h. Ztg. 1862, S. 342.

Weite bei z. B. 17—19 cm. Pressung kommt. Zum Schutze des Gestelles bei einem solchen raschen Anblasen des Ofens füttert man dasselbe mit ordinären Ziegeln aus, an deren Innenfläche man die Formen abschneiden lässt. Nach eingetretenem normalen Gange zieht man die Formen zurück und schmilzt die Futtermauer allmälig weg.

Beim Anblasen des 17.7 m. hohen Cokeshohofens zu Zeltweg[1]) hat man im Gestell in einiger Entfernung von den Wänden einen Cylinder mit Deckelgewölbe eingebaut, unten an seiner Peripherie mit Löchern versehen, durch welche die von einem kleinen Flammofen von der Brust herkommenden Gase ausströmen, somit den Bodenstein und die Gestellwände gut abwärmen. Nach dem Ausräumen des Cylinders wird auf der Ofensohle ein Holzrost geschlagen, darauf Stroh, dann Kohlen, dann Cokes, Kalk und Hohofenschlacke, nach einigen Gichten bei Erzzusatz, gebracht u. s. f. Arbeiter im Ofen vertheilen sorgfältig die in Kübeln eingewundenen Massen.

Chargiren.

C. Das Chargiren normaler Gichten. Man bezeichnet mit Gichten die relativen Mengen der auf einmal in den Ofen zu schaffenden abwechselnden horizontalen Lagen Beschickung (Satz) und Brennmaterial.

Gewöhnlich nimmt man die bei Holzkohlenöfen meist auf einer Schnellwage, bei Cokesöfen auf Decimal-, Brücken- oder Decimalkrahnwagen[2]) abgewogene Brennmaterialgicht constant an und regelt die Menge des darauf zu bringenden, besser abzuwägenden als abzumessenden Beschickungssatzes nach dem derzeitigen Ofengange.

Grösse der Gichten.

Die Grösse der Brennmaterialgicht richtet sich nach dem Aggregatzustand und Gehalt der Beschickung, der Weite des Ofens, localen Gewohnheiten u. s. w. Kleinere Gichten[3]) gewähren grössern gegenüber häufig eine bessere Ausnutzung der Wärme und kräftige Reduction, leichtere Bindung der Aschenbestandtheile durch die Zuschläge, rascheren Gichtwechsel, namentlich aber regelmässigeres Schmelzen. Zweckentsprechend sind Gichten von 0.9—1.0 cbm. Holzkohlen (zu Rothehütte z. B. 100—150, am besten 125 kg. bei 500—550 kg. Beschickung im Gestell) und 850—1000 kg. Cokes, zu Gleiwitz 2500—3800 kg. Cokes bei 3.933 m. Gichtweite, Cokes und Beschickung zusammen = 0.923 cbm.

Regeln beim Chargiren.

Zur Erzielung der günstigsten Schmelzresultate sucht man beim Chargiren im Allgemeinen nachstehende Punkte zu berücksichtigen:

1. Eintragen abwechselnder horizontaler Lagen von Beschickung und Brennmaterial, so dass bei offener Gicht (S. 118) immer eine Erzschicht zu oberst kommt, um das Brennmaterial vor unnützem Verbrennen zu schützen, während bei geschlossener Gicht das Brennmaterial meist nach dem Erze aufgegeben wird. Es ist vortheilhaft, die Erze in noch heissem Zustande aus dem Röstofen dem Hohofen zuzuführen (S. 77).

2. Gehörige Vertheilung der Materialien in der Weise, dass das Brennmaterial mehr nach der Mitte, das Erz bei zuweilen muldenförmiger Lagerung mehr nach der Peripherie kommt, die dicken Stücke von beiden aber mehr mitten als nach der Peripherie zu angehäuft werden.[4])

Dieses Vertheilen geschieht entweder mit Hand durch Harken oder Krücken oder durch passende Einrichtung der Chargirgefässeo der Gichtgasfänge[5]) (S. 116). Zum Schutze der Arbeiter kann, namentlich bei Steinkohlenöfen, ein eiserner

1) B. u. h. Ztg. 1874, S. 282. 2) Hartmann's Fortschr. 5, 98. 3) B. u. h. Ztg. 1874, S. 62. Preuss. Ztschr. 19, 80. Kärnthn. Ztschr. 1874, S. 298. Preuss. Ztschr. 22, 284 (Gleiwitz). 4) B. u. h. Ztg. 1864, S. 287. 5) Gleiwitzer Gasfänge in Preuss. Ztschr. 22, 263.

Schirm vor dem Mechanismus zum Senken u. s. w. des Gichtverschlusses vorhanden sein (Südwales).

Wegen Volumverminderung der Schmelzmassen im Ofen nach unten hin (durch Verbrennen der Kohle, dichteres Zusammenlegen der Massen, Uebergang fester Stoffe in flüssige u. s. w.) und Ablassen geschmolzener Producte entsteht im unteren Ofentheil ein freier Raum, in welchem die Materialien allmälig einrücken.[1]) Die Erweiterung des Ofens von der Gicht ab veranlasst ein Ausbreiten derselben und ein Dünnerwerden der Schichten und durch die Reibung an den Wänden sinken dort befindliche Stücke weniger rasch nieder als in der Mitte, wodurch die anfangs horizontalen Schichten eine Tellerform annehmen. Dabei suchen die Erze bei ihrem grösseren specifischen Gewichte dem Brennmaterial nach der Mitte zu voran zu eilen und dasselbe an die Wände zu drücken, so dass bei einer gleichmässigen Anordnung von Erz und Brennmaterial letzteres an den Ofenwänden einen der Verbrennung sich entziehenden trägen oder todten Mantel[2]) bilden kann, namentlich bei starker Erweiterung des Ofenschachtes. Diesem Uebelstand sucht man dadurch entgegen zu wirken, dass man beim Chargiren das Brennmaterial mehr in der Mitte anhäuft. Da die aus dem Gestell aufsteigenden Gase das Bestreben haben, zum Austritt den kürzesten Weg mit den geringsten Hindernissen zu nehmen und an den Schachtwänden, wo die Materialien am lockersten liegen, aufsteigen, so häuft man hier das dichter liegende Erzklein an, während die dickeren Stücke und namentlich das porösere Brennmaterial in der Mitte den Gasstrom auch nach dort ziehen. Am gleichmässigsten steigen die Gase in cylindrischen Oefen auf, weniger in solchen mit stark verengter Gicht. Bei grosser absoluter Weite, sowie bei geringer Höhe der Oefen kann sich ein ungleicher Gasstrom störender zeigen, als bei engen und höheren Oefen. Die entsprechenden dickeren Stücke in der Mitte können sich gleichmässig mit den kleineren am Rande reduciren, weil sie bei der concaven Form der Schichten der Wärmequelle näher sind. Dabei darf aber die Korngrösse der Erze eine gewisse Grenze (Wallnuss- bis Faustgrösse) nicht übersteigen, soll Reduction und Kohlung gleichförmig geschehen (Unterschied auf schwedischen, Harzer u. s. w. und englischen Hütten). Das Brennmaterial kann über Faustgrösse haben. Pulverform hemmt wegen Erzeugung einer sehr dichten Schmelzsäule den Gasstrom und begünstigt ein schädliches Vorrollen[3]) des Erzes zwischen den gröberen Brennstoffstücken hindurch, desgleichen mulmige, beim Niedergang sich zerreibende Erze. In solchem Falle lässt man die convexe Kohlengicht aus groben Kohlen bestehen, bringt darauf Kohlenklein und darauf das Erzklein in concaver Gestalt durch Ausstürzen über einen Kegel.

3. Regelmässiges Chargiren. Man darf die Beschickung nicht zu tief im Ofen niedergehen lassen, weil sonst die frisch aufgegebenen Erze sich weniger leicht reduciren, der Ofen zu weit nach unten hin abgekühlt wird, bei dem höheren Sturz der Massen diese sich mehr zerreiben und zusammenpressen u. s. w. Normates Chargiren.

Während man bei offenen Gichten die richtige Zeit zum Chargiren an dem Stande der Schmelzmassen im Ofen sieht, so bestimmt man wohl bei geschlossenen Gichten die Tiefe, bis zu welcher die Gichten niedergehen dürfen, mittelst einer geraden oder im rechten Winkel gebogenen und durch eine Oeffnung des Gichtdeckels einzubringenden Eisenstange (Gichtenmesser). Dieselbe hat auch wohl am einen Ende eine auf der Schmelzsäule ruhende Eisenplatte, welche mit ersterer niedergeht; das hervorragende Ende des Stabes zeigt dann durch seine Stellung oder ein damit in Verbindung gesetztes Läutewerk (Gichtzeichner, Gichtwecker)[4]) die Zeit zum Chargiren an. Letztere hängt von der Grösse der Gichten und der Schnelligkeit des Ofenganges (Gichtenwechsel) ab, auf welche letztere besonders die Streng- oder Leichtflüssigkeit der Beschickung, die Gestelltemperatur und die Art des Brennmaterials influiren. Nach Lindauer[5]) betragen die Gichtzeiten beim Betriebe auf graues Roheisen für Holzkohlen etwa 16 St., für Cokes 40 und

1) Niedergang der Gichten: B. u. h. Ztg. 1856, S. 143; 1858, S. 210; 1865, S. 399, 425. Kerpely, Fortschr. 5, 104. Preuss. Ztschr. Bd. 2, S. 97. 22, 288 (Gleiwitz). 2) B. u. h. Ztg. 1858, S. 210; 1861, S. 271; 1870, S. 438. 3) Preuss. Ztschr. 3, 190. B. u. h. Ztg. 1842, S. 556; 1865, S. 440. Oest. Jahrb. 9, 306. 4) Wehrle, Hüttenkunde 1, 218. Weniger, prakt. Schmelzmeister S. 95. 5) B. u. h. Ztg. 1855, S. 248, 261.

für Steinkohlen 48 St., bei weissem Roheisen etwa $^3/_4$ dieser Zeit, welche aber in vielen Fällen nicht erreicht wird. So beträgt z. B. in Steyermark der Gichtenwechsel bei leichtflüssigen Erzen und Holzkohlen 3—12, bei strengflüssigen bis 24 St.; nach Truran bei Steinkohlen in Schottland 35, in Staffordshire 45 und zu Dowlais 63 St.[1]), in Gleiwitz 24 St. bei Cokes.

Minary[2]) hat einen Aufgebe-Controleur für die Nachtzeit construirt, welcher an einem Zifferblatte die Zeit und Zeitdauer des Chargirens markirt.

Vorrichtungen zum Chargiren. Die Vorrichtungen zum Chargiren, welche eine Anordnung der Schmelzmassen nach den angegebenen Regeln zulassen müssen, können sein:

Handgefässe. 1. Handgefässe in Gestalt von wohl auf Schiebkarren ruhenden Kohlenschwingen und von Kästen verschiedenen Inhalts oder Karren für die Beschickung, nach deren Entleeren in kleinere Oefen mit engen Gichten die Materialien mit Harken oder Krücken passend vertheilt werden (Ungarn, Oberharz u. s. w). Als sonstige Aufgeberutensilien bei Anwendung von Handgefässen meist nur für Holzkohlenöfen sind noch zu bezeichnen: eine Schnellwage, hölzerner Kohlenklöppel zum Ebnen und Dichten der Kohlengichten, Schaufeln, Keilhaue zum Loshauen des Möllers, Streichholz für die Erzkästen, Möllerkrücke zum Ebnen der Möller, Gicht- und Beschickungstafel u. A.

In Schweden[3]) und Russland[4]) dient eine an einem Wagebalken aufgehängte Blechschaufel als Wagschale und zum sorgfältigen Vertheilen der Massen, indem der Wagebalken auf einem Krahnbalken seinen Aufhängepunkt hat.

Gichtwagen. 2. Gichtwagen. Dieselben sind meist für Cokeshohöfen angewandt:

a. Kippwagen[5]), deren auf Brücken- oder Decimalkrahnwagen normirter Inhalt bei offenen Gichten in Zwischenräumen hart an die Peripherie des Ofens gestürzt wird, wo dann die dicken Stücke nach der Mitte sich begeben und das Klein am Rande liegen bleibt, während bei geschlossenen Gichten der Gichtgasfang einen Vertheiler hat (Apparate von Parry S. 122, v. Hoff S. 122, Langen S. 123, Navay S. 123 u. A.) oder nicht.

Im letzteren Fall, wenn die Gichten mit Glocken oder Deckeln verschlossen sind (S. 121), kann man die Beschickung nach dem Aufgeben bei gehobenem Deckel mit der Kratze vertheilen, oder durch nach oben oder nach unten sich öffnende und letzteren Falls durch Gegengewichte wieder aufzurichtende Klappen an der Peripherie des Deckels einstürzen (v. Hoff's älterer Apparat).[6])

Minder gute Resultate geben die Gasfänge mit eingehängtem Cylinder (Vordernberg S. 119), unter dessen unterer Mündung sich eine Kegelfläche bildet, auf welcher die dicken Stücke leicht nach dem Rande zu rollen. Zu Miessling (Kärnthen) stürzt man in den an 3 Armen in die Gicht eingehängten Cylinder Kohlen und wenig Erz, in den äussern Ring viel Erz mit wenig Kohlen. Auch Kerpely hat ein getrenntes Aufgeben von Erz und Steinkohlen vorgeschlagen (S. 122). Sehr zweckmässig sind die Apparate, welche ein beliebiges Chargiren nach der Seite oder der Mitte hin gestatten (Chadeffaut S. 119, Jacobi S. 122).

b. Wagen mit beweglichem Boden, welche über die Gicht gefahren und daselbst entleert werden. Seltener liegen die Schienen

1) Kerl, Met. 3, 200. 2) B. u. h. Ztg. 1866, S. 454. 3) Kerpely, Ausst.-Ber. S. 119. 4) Tunner, Montan-Industr. Russlands 1871, S. 104. 5) Kerl, Met. 3, 284. B. u. h. Ztg. 1870, S. 27. 6) B. u. h. Ztg. 1863, S. 167; 1864, S. 132; 1871, S. 17. Schönfelder, Baul. Anlagen 1. Jahrg. 1. Lief.

über der Gichtmündung fest, weil sie rasch zerstört werden, als dass man sie beweglich macht (Witkowitz, Hermsdorf) oder den Gichtwagen auf einer mit Schienen versehenen Schiebebühne nach der Gicht hin und zurück fährt. Erstere hat solche Spurweite, dass ihre Räder seitwärts von der Gichtöffnung bleiben.

Zur Vertheilung der Materialien hat entweder der beim Entleeren des Wagens zu senkende Boden eine konische Gestalt[1]) oder Fallthüren klappen nach dem Lösen nach unten und stürzen den Inhalt über einen in der Ofengicht festen Kegel aus (Teleskopenapparat)[2]) oder der Boden enthält an Charnieren nach unten aufschlagende Klappen und man fixirt durch Begrenzung des Aufschlages den Vertheilungskreis der Materialien. Zu Creusot[3]) hat der runde Gichthund am Boden eine grosse Anzahl schmaler Klappen. Stahlschmidt's[4]) Wagen hat ringsum an der Peripherie des Bodens Klappen und in der Mitte eine feststehende Pyramide. Moschitz' Wagen[5]) gestattet ein selbstthätiges Ausgleichen der Beschickung durch Unterbrechung des konischen Bodens. Stein[6]) ordnet die Beschickungsmaterialien gleich in dem Gichtwagen vom Durchmesser der Gicht passend an und entleert ihn über derselben. Eine eigenthümliche Construction hat Whrigtson's hydraulischer Chargirapparat[7]) mit oscillirendem Cylinder an dem einen Ende eines Balanciers.

Beim Niedergange im Hohofen erleiden Beschickung und Schmelzmaterialien chemische Veränderungen[8]), welche theils durch Beobachtungen und Versuche, theils durch theoretische Betrachtungen aufzuklären gesucht sind, ohne dass aber nicht noch abweichende Ansichten über einzelne Puncte beständen. **Chemische Veränderung der Schmelzmaterialien.**

1. Wirkung des Windes. Die durch die Formen eintretende Gebläseluft erzeugt beim Zusammentreffen mit dem Kohlenstoff des Brennmaterials in einer gewissen räumlichen Erstreckung (Focus) Kohlensäure und Kohlenoxyd und eine um so höhere Temperatur, je reichlicher erstere entsteht.[9]) Von wesentlichem Einflusse darauf sind die Temperatur und Pressung des Windes (S. 162), die Weite des Schmelzraumes und die Menge des in einer Zeiteinheit verbrennenden Brennstoffes. Schöffel fand Gase aus dem Niveau der Form bei einem Eisenerzer Ofen zusammengesetzt aus 1.88 CO_2, 29.49 CO, 0.11 H, 0.16 O und 68.36 N. **Windwirkung.**

Nach Scheerer entstehen, wenn Kohlenstoff zu Kohlensäure und Kohlenoxydgas in Luft verbrennt, Temperaturen von resp. 2458 und 1310° C. Diese concentriren sich nach Tunner's Beobachtungen (S. 132) bei einer der Dichtigkeit des Brennstoffes angemessenen Windpressung (S. 163) nur auf einen bestimmten Raum (Focus) vor der Form und es findet die beschleunigtste Verbrennung mit dem geringsten Brennstoffaufwand für eine gewisse Production dann statt, wenn der Sauerstoff der Windströme gerade in der Ofenaxe verzehrt ist und die

1) Oest. Jahrb. 1, 151; 2, 195; 6, 183. Hartmann, Fortschr. 1, 163; 4, 120. 2) Oest. Jahrb. 2, 203. Kerl, Met. 1, 312. B. u. h. Ztg. 1864, S. 287. 3) B. u. h. Ztg. 1869, S. 271. 4) B. u. h. Ztg. 1858, S. 37. 5) Rittinger's Erfahr. 1864. Kerpely, Fortschr. 1866, S. 83. 6) B. u. h. Ztg. 1860, S. 298. 7) Polyt. Centr. 1874, S. 956. 8) Tunner, Beiträge zur näheren Kenntniss des Hohofenbetriebes durch directe Bestimmungen, im Oest. Jahrb. 9, 281; 10, 491; 11, 300. (B. u. h. Ztg. 1860, S. 207, 418; 1861, S. 315; 1862, S. 320); über hocherhitzten Wind Oest. Jahrb. 21, 345 (B. u. h. Ztg. 1873, S. 397). — Stahlschmidt, Untersuchungen über den Cokeshohofenbetrieb B. u. h. Ztg. 1860, S. 54. — v. Mayrhofer, Studien des Hohöfners, Oest. Jahrb. 10, 277. Rinman und Fernqvist, Zusammensetzung, Temperatur und Pressung der Gichtgase B. u. h. Ztg. 1865, S. 257. — Schinz, Documente betreffend den Hohofen, Berlin 1868. Ders., Dingl. 194, 307. Bell, Entwicklung und Verwendung der Wärme in Eisenhohöfen. Uebersetzt von Tunner. Leipzig 1871. — R. Åkerman, Studien über die Wärmeverhältnisse des Eisenhohofenprocesses. Uebersetzt von Tunner. Leipzig 1872. Kupelwieser und Schöffel, Beiträge zum Studium des Hohofenprocesses durch directe Bestimmungen. Wien 1873 (B. u. h. Ztg. 1873, S. 161, 339). — Gruner, études sur les hauts-fourneaux. Paris 1873 (B. u. h. Ztg. 1873, S. 162). — Wiebmer in Preuss. Ztschr. 22, 288. 9) B. u. h. Ztg. 1872, S. 174. Temperaturbestimmungen: Kerl, Met. 3, 293. B. u. h. Ztg. 1864, S. 110; 1865, S. 442. Preuss. Ztschr. 22, 289.



Verbrennung in der Ebene der Formen vor sich geht. Sowohl bei zu starker als zu schwacher Pressung gelangt der Wind über die Formebene, die Intensität der Wärme wird verringert und der Brennstoffverbrauch für gleiche Production steigt. In engen hohen Gestellen wird die Temperatur mehr concentrirt als in weiten.

Da Kohlensäure in Berührung mit glühendem Kohlenstoff in Kohlenoxydgas übergeht, so ist erstere schon in geringer Entfernung über den Formen verschwunden und es besteht das aus dem Gestell aufsteigende Gasgemisch aus Kohlenoxydgas, Stickstoff und Wasserstoff, zu welchen sich noch Dämpfe von Cyanalkalien gesellen.

Der Wasserstoffgehalt rührt hauptsächlich von der Feuchtigkeit der Gebläseluft her, indem Wasserdampf durch glühende Kohlen nach Bunsen[1]) in ein Gemisch von Wasserstoff, Kohlenoxydgas und Kohlensäure etwa im Verhältniss von 4 : 2 : 1 zerlegt wird. Kohlenoxydgas und Wasserdampf setzen sich in Kohlensäure und Wasserstoff um. Sowohl bei Zerlegung der Kohlensäure, als auch des Wasserdampfes durch Kohle entstehen Wärmeverluste. Cyankalium bildet sich bei hoher Temperatur durch Verbindung des Stickstoffs der Luft mit Kohlenstoff bei Anwesenheit von aus den Schmelzmaterialien reducirten Alkalimetallen.

Der aus obigen Bestandtheilen bestehende Gasstrom nimmt einen grossen Theil der vor den Formen erzeugten Wärme auf, durchstreicht die ihm entgegenkommenden Schmelzmaterialien und entweicht, durch dieselben mehrfach verändert und bedeutend abgekühlt, aus der Gicht in Gestalt von Gichtgasen.

Die in einen Ofen eingeblasene Windmenge ist im Allgemeinen grösser, als das Quantum der in derselben Zeit in die Gicht gegebenen festen Materialien und das Gewicht der dem Ofen entströmenden Gase ist oft doppelt so gross, als das der geschmolzenen Producte (Roheisen und Schlacke).[2])

Brennstoffveränderung.

2. Veränderung der Brennmaterialien. Verkohlte Brennstoffe entlassen beim Niedergange im Ofen anfangs mechanisch eingeschlossenes Wasser und absorbirte Gase, sowie Gase, welche durch einen beim Verkohlen gebliebenen Rückstand an Sauerstoff und Wasserstoff noch erzeugt werden, ferner bei einem Gehalt an Doppeltschwefeleisen Schwefeldampf, wärmen sich immer mehr vor und verbrennen vor den Formen in oben angegebener Weise (S. 187) unter Freiwerden der Aschenbestandtheile.

Während letztere bei Holzkohlen leicht verschlackt werden, so reducirt sich aus der an Kieselsäure reichen Cokesasche (S. 89) durch Einwirkung des freien Kohlenstoffes, sowie des oberhalb der Formen gebildeten Kohleneisens Silicium in reichlicher Menge und würde dieses ins Roheisen gehen, wenn man nicht durch Kalkzuschläge, am besten auch dem Brennmaterial beigemengt (S. 18, 62, 95), einer Reduction der Kieselsäure entgegenwirkte, sowie auch einer Schwefelung des Kohleneisens, indem das Einfachschwefeleisen in der Asche schweflige Säure und diese dann mit Kohlenstoff Schwefelkohlenstoff giebt, welcher das Eisen schwefeln würde, bei Anwesenheit von Kalk aber in die Schlacke gehendes Schwefelcalcium erzeugt (S. 169). Anwesendes Mangan führt Schwefel und Silicium in die Schlacke.

Rohe Brennmaterialien (S. 86) erleiden eine zunehmende Verkohlung, indem sie sich der Wärmequelle nähern. Dabei entwickeln sich vorwaltend Kohlenwasserstoffgase und zwar zeigen sich solche meist schon von der halben Ofenhöhe an, am reichlichsten aber in etwa $^6/_{10}$ dieser Höhe.

1) Kerl, Grundriss d. allgem. Hüttenk. S. 42. 2) Gruner, Etudes etc., p. 13.

Bei der Verkohlung wird um so mehr Wärme gebunden, je reichlicher sich flüchtige Verkohlungsproducte entwickeln, weshalb man meist nur gasarmes Brennmaterial verwenden kann (S. 86).

Je besser das Vorwärmen der Brennstoffe stattfindet (langsames Aufsteigen der Gase im Ofen in Folge gewisser Windpressung und erweiterter Gicht, passende Ofenhöhe u. s. w.), um so vollständiger wird die Wärme ausgenutzt und um so höher bleibt die Temperatur im Schmelzraum, indem sie sich um den entsprechenden Theil des Productes aus Temperatur der Vorwärmung und specifischer Wärme des verbrennenden Körpers erhöht.

Je geringer die Wärmecapacität der Schmelzmaterialien, um so besser vorerhitzt gelangen sie in den Schmelzraum und je leichter schmelzen sie. Wärmecapacität von Eisen 0.114, Stahl 0.118, Eisenoxyd 0.165, Eisenoxyduloxyd 0.168, Quarz 0.188, Brennmaterialasche 0.200, Cokes 0.201, Holzkohle 0.242.

3. Veränderung der Beschickung. Beim langsamen Niedergange im Ofen (mit durchschnittlich nicht mehr als 0.5 m. Geschwindigkeit pro Stunde), dem rascher aufsteigenden heissen Gasstrome (mit etwa 0.5 m. Geschwindigkeit in 1 Sec.) entgegen, verlieren die Erze und Zuschläge zunächst hygroskopisches, dann chemisch gebundenes Wasser in der Vorbereitungszone, die Kohlensäure erst später bei einer Temperatur, in welcher bereits die Reduction des Eisenoxydes durch Kohlenoxydgas, untergeordnet durch Wasserstoff und Kohlenwasserstoff stattfindet. Beschickungsveränderung. Vorbereitung.

Während nach Gay-Lussac[1]) Eisenoxyd in reinem Kohlenoxydgas und Wasserstoffgas sich schon bei 400° C. reducirt, nach Bell[2]) Clevelanderze schon bei 204° C., so bedarfs zur vollständigen Reduction durch die kohlenoxydärmeren Hohofengase nach Tunner Temperaturen von 650—700, selbst bis 900° C. Spatheisenstein verliert seine Kohlensäure bei über 580° C. und kohlensaurer Kalk[3]) bei 615—900° C., also bei Temperaturen, in denen die frei gewordene Kohlensäure schon durch Kohle in Kohlenoxydgas verwandelt wird.[4]) Die völlige Reduction des Eisenoxydes findet nicht statt vor der gänzlichen Austreibung der Kohlensäure aus den Beschickungsbestandtheilen und der aufhörenden Entwicklung flüchtiger Verkohlungsproducte. Nach Gruner[5]) und Bell[6]) wirkt Kohlenoxydgas schon bei 300—400° C. anfangs reducirend auf Eisenoxyd, sobald sich aber oberflächlich etwas metallisches Eisen erzeugt hat, so scheidet das letztere Kohlenstoff aus dem Kohlenoxydgas pulverförmig aus und es entsteht Kohlensäure ($2 CO = CO_2 + C$). Diese Reaction tritt nur bei Mässigung der reducirenden Wirkung des Kohlenoxydgases durch anwesende Kohlensäure und nicht bei höherer Temperatur, z. B. nicht bei lebhafter Rothgluth ein. Hellrothglühendes Eisen verwandelt Kohlensäure nur theilweise in Kohlenoxydgas[7]).

In Berührung mit Kohlenoxydgas geht in der Reductionszone Eisenoxyd durch verschiedene Oxyduloxyde in $4 FeO, Fe_2O_3$ und aus diesem nach Schinz nicht erst in Eisenoxydul, sondern direct in Eisen über, welches schwammartig zwischen den erdigen Beimengungen vertheilt bleibt. Das Eisenoxydul des Spatheisensteins verwandelt sich direct in metallisches Eisen, Magneteisenstein, Fe_3O_4, erst in $4 FeO, Fe_2O_3$. Die Reduction geht um so schneller und in um so höheren Ofenregionen von statten, je höher in denselben die Temperatur, je heisser die Erze vom Rösten her und je poröser Reduction.

1) Polyt. Centr. 1870, S. 1506. Bell-Tunner, Entwickl. u. Verwend. d. Wärme in Eisenhohöfen 1870, S. 102. 2) Bell-Tunner c. l. S. 106. 3) Dingl. 182, 215. 4) Bell-Tunner c. l. S. 100. Dingl. 206, 130. B. u. h. Ztg. 1873, S. 55. 5) B. u. h. Ztg. 1871, S. 442; 1872, S. 212. 6) Bell-Tunner c. l. p. 24, 105. Rev. univers. 35, 438. 7) Dingl. 206, 130.

sie in Folge guter Vorbereitung sind, je reicher an Kohlenoxydgas die Gase, je langsamer dieselben, z. B. bei weiten Ofengichten, aufsteigen und je langsamer die Beschickung niedergeht.

Anfangs wird aus dem Erze Sauerstoff leicht vom Kohlenoxydgas aufgenommen; mit dem erreichten Zustande des magnetischen Eisenoxyduloxydes tritt aber eine Pause in der Reduction ein, welche erst in bedeutend höherer Temperatur überwunden wird.[1]) Während bei porösen Spath- und Brauneisensteinen die Reduction in oberen Ofentheilen der Kohlung in tieferen vorangeht, und erstere namentlich ungemein rasch verläuft, wenn die Erze noch glühend aus dem Röstofen in den Hohofen gelangen (Gichtenzeit zu Eisenerz[2]) unter diesen Verhältnissen 6—7 St., bei Cokeshohöfen sonst einige 20 St., die gleichzeitig gegichteten Kohlen bleiben in Eisenerz 1—1½ St. länger im Ofen), — so findet bei schwerer reducirbaren, dichten Erzen in unteren Ofentheilen Reduction, Kohlung und Schmelzung in kurzen Intervallen oder nahezu gleichzeitig und bei hoher Temperatur statt[3]), findet ihren Abschluss erst vor der unmittelbaren Nähe der Formen[4]) und zwar nimmt bei sehr schwer reducirbaren Materialien (z. B. Eisenfrischschlacken) ausser Kohlenoxydgas auch fester Kohlenstoff[5]) Antheil an der Reduction ($3C + 2Fe_2O_3 = 3CO_2 + 4Fe$ und $3C + Fe_2O_3 = 3CO + 2Fe$), wobei ein bedeutenderer Wärmeverlust entsteht, als bei ersterem allein, weshalb es mehr Brennmaterial bedarf. In den hohen Oefen Clevelands[6]) soll die Reduction nur durch Kohlenoxyd stattfinden. Als reducirendes Agens können in tieferen Ofentheilen auch die Cyanverbindungen auftreten, unter Bildung von Stickstoff, Kohlenoxyd und kohlensauren Alkalisalzen.

Kohlung.

Die Kohlung des reducirten Eisens beginnt nach Tunner bei etwa 1000° C., bei 1170° (Kupferschmelzhitze) entsteht Stahl[7]) und bei etwa 1400° ist die Kohlung des Eisens beendigt. Als kohlende Agentien treten besonders die in der Rastgegend reichlich vorhandenen Cyanverbindungen[8]), weniger Kohlenoxydgas[9]) und Kohlenwasserstoffe auf; im Gestell kann noch durch festen Kohlenstoff[10]) eine Nachkohlung stattfinden.

Nach Tunner ist bei Holzkohlenöfen die Temperatur im Kohlensack 500—800°, am unteren Ende der Rast 1200—1500, im Obergestell 1500—2000°.

Schmelzung.

Beim Eintritt der Massen ins Gestell (Schmelzzone) erweichen die aufeinander wirkenden schlackengebenden Bestandtheile, und vor der Form schmelzen Roheisen und Schlacke nieder, welches erstere sich unter letzterer im Eisenkasten ansammelt. Ist die Temperatur eine verhältnissmässig niedrige vor den Formen, so behält das gebildete Kohleneisen seinen fixen Charakter und erfolgt als weisses Roheisen mit nur chemisch gebundenem Kohlenstoffgehalt (S. 2), während durch hohe Temperatur im Formniveau die vorhandene Kohlungsstufe in eine niedrigere und Kohlenstoff zerlegt wird, welcher im flüssigen Roheisen aufgelöst, bei dessen langsamem Erkalten sich als Graphit abscheidet und graues Roheisen erzeugt (S. 3).

Die Bildung des letzteren begünstigen, als höhere Temperaturen erzeugend, ein reichlicher Brennstoffaufwand, heisse Luft, enge und hohe Gestelle bei hinreichend strengflüssiger, manganarmer Beschickung.

In dem Raum unterhalb der Formen (Eisenkasten, Herd, Untergestell) separiren sich Roheisen und Schlacke nach den

---

1) Bell-Tunner c. l. 107. 2) Kupelwieser c. l. S. 31, 56. 3) B. u. h. Ztg. 1866, S. 304. Kerpely, Fortschr. 3, 93. 4) B. u. h. Ztg. 1872, S. 174. 5) Preuss. Ztschr. 11, 307. 6) B. u. h. Ztg. 1873, S. 163. 7) Ann. d. Chem. u. Pharm. 47, 150. B. u. h. Ztg. 1861, S. 137, 243. 8) Kerl, Met. 1, 794. 9) Dingl. 120, 430. Kerpely, Fortschr. 2, 94. 10) Polyt. Centr. 1849, S. 1343. Kerpely, Fortschr. 2, 93.

specifischen Gewichten und bleiben, da sie mit höherer Temperatur (1800—2000°) in den Herd gelangen, hier längere Zeit flüssig, namentlich in Oefen mit geschlossener Brust.

Fremde Bestandtheile in den Schmelzmaterialien können folgende Veränderungen erleiden:

Bei einem Schwefelkiesgehalt von Erz oder Brennstoff entwickelt sich in der Reductionszone Schwefeldampf, welcher das reducirte Eisen mehr oder weniger schwefelt. Dem entstandenen Einfachschwefeleisen wird in tieferen Ofengegenden durch Kalk oder Mangan der Schwefelgehalt bei gewissen hohen Temperaturen theilweise entzogen. Sulfate (Schwerspath, Gyps u. s. w.) verwandeln sich in der Reductionszone in Schwefelmetalle; bleiben sie unreducirt, so treibt Kieselsäure im Schmelzraum Schwefelsäure aus, welche nach der Reduction oder Umwandlung in Schwefelkohlenstoff Eisen um so mehr schwefeln kann, je weniger dasselbe gekohlt ist. Phosphorsaure Salze werden erst in tieferen Ofengegenden etwa in der Kohlungszone reducirt, ohne dass durch Kalkzuschläge ein Uebergehen des Phosphors ins Eisen verhindert werden könnte (S. 171). Die Reduction von Silicium[1]), Aluminium, Calcium, Magnesium und Mangan[2]) findet in der hohen Temperatur des Schmelzraumes durch Kohle oder Eisen und Kohle (durch Eisen allein wird Kieselsäure nicht reducirt) statt und hat auf die quantitativen Verhältnisse besonders die mehr oder weniger basische Beschaffenheit der Beschickung Einfluss. Zinkoxyd reducirt sich bei etwa 1300° C., während dasselbe schon bei 1200° C. verdampft; das dampfförmige Zink wird in oberen Ofentheilen durch Kohlensäure und Wasserdampf oxydirt und das gebildete Oxyd findet sich theils im Gichtrauch, theils bildet dasselbe feste Ansätze an den Ofenwänden (Ofengalmei; Zinkschwamm). Blei entweicht theils dampfförmig aus der Gicht, theils treten die Dämpfe durch Ritzen des Sohlsteins, verdichten sich unter demselben in wohl eigens angebrachten schmalen Canälen und geben zu einer Bleigewinnung Veranlassung (Oberschlesien S. 107).

4. Veränderung der Ofengase. Das aus dem Gestell aufsteigende Kohlenoxydgas (Wasserstoff und Stickstoff bleiben im Wesentlichen unverändert) wird in Berührung mit dem oxydirten Eisen in Kohlensäure verwandelt, welche, so wie die aus den Erzen und Zuschlägen hinzukommende beim Aufsteigen in Berührung mit Kohle so lange immer wieder in Kohlenoxyd umgewandelt wird, als die hierzu erforderliche Temperatur vorhanden ist. Das Verhältniss zwischen Kohlensäure und Kohlenoxydgas in den Gichtgasen hängt demnach hauptsächlich von der in oberen Ofentheilen herrschenden Temperatur ab und erstere nimmt bei heisser Vorbereitungszone zu, indem die zuletzt gebildete Kohlensäure beim raschen Verlassen des Ofens nicht mehr Gelegenheit hatte, mit glühenden Kohlen zusammen zu kommen (an Kohlensäure reiche Gase zu Eisenerz, S. 190, beim Aufgeben glühender Erze). Bei Cokes sind die Gichtgase an Kohlensäure ärmer als bei Holzkohlen.[3])

Gasveränderung.

Nach Gruner[4]) lässt sich aus dem Verhältniss zwischen Kohlensäure zu Kohlenoxydgas in den Gichtgasen der Gang des Ofens beurtheilen, indem sich daraus die wirkliche Zusammensetzung der Gichtgase, die erforderliche Windmenge, die erzeugten und verbrauchten Wärmemengen u. s. w. finden lassen. Das Vermögen der Hohofengase zur Aufnahme von Sauerstoff aus den Erzen hat nach Bell seine Grenze erreicht, wenn 30 Proc. des reducirten Kohlenoxyds in Kohlensäure umgewandelt sind, und es bildet ein Volumverhältniss von 100 $CO : 40\ CO_2$ die Grenze für alle weitere Oeconomie, weil darüber hinaus die Reduction aufhört. Tunner[5]) zieht indes diese Grenze in Zweifel und weist nach, dass bei

1) B. u. h. Ztg. 1874, S. 145. 2) B. u. h. Ztg. 1860, S. 52. 3) B. u. h. Ztg. 1873, S. 151. 4) B. u. h. Ztg. 1873, S. 163. 5) B. u. h. Ztg. 1873, S. 398.



den mit Holzkohle und leichtflüssigen Erzen betriebenen steyerischen Hohöfen die Menge der Kohlensäure auf 60 Vol.. zu 100 Vol. Kohlenoxyd steigen kann.

Die Gichtgase bestehen demnach aus einem variablen Gemenge von Kohlenoxyd, Kohlensäure, Stickstoff, Wasserstoff und geringen Mengen Kohlenwasserstoff, welchem sich aus den Verunreinigungen der Schmelzmaterialien Gase (Schwefelwasserstoff) und Dämpfe (Schwefel, Zink, Blei, Arsen, Alkalisalze u. s. w.) beimischen können.

Im Allgemeinen nimmt der Kohlensäuregehalt der Gase bis zur Gicht stetig zu, der Kohlenoxydgehalt stetig ab, ohne jedoch selten das Verhältniss von 40—50 Vol. Kohlenoxyd auf 100 Vol. Stickstoff zu unterschreiten. Die an den Wänden aufsteigenden, in Folge geringeren Widerstandes voraneilenden Gase sind von oberhalb der Rastgegend an reicher an Kohlenoxyd, also sauerstoffärmer, als die aus der Mitte desselben Querschnittes, im untersten Ofentheil umgekehrt wegen Zurückdrängens der Gase von den Windströmen an die Wandungen zwischen den Formen. Gruner (c. l.) und Rinman geben Formeln an, nach welchen man auf Grund der durch die Analyse gefundenen Zusammensetzung der Gichtgase die Vorgänge im Ofen aufklärende Berechnungen vornehmen kann, z. B. des Gesammtverbrauches an Kohlenstoff, des pro Satz fester Materialien vor den Formen verbrauchten Sauerstoffs und verzehrten Kohlenstoffs, des Sauerstoffgehaltes der Gase von der Erzreduction, der zu letzterer erforderlichen Kohlenstoffmenge u. A.

Die Färbung der Gichtflamme[1]) rührt theils von mit verschiedener Farbe verbrennenden Gasen (Wasserstoff blau, Kohlenoxyd bei niedriger Temperatur blau, bei höherer gelb, Kohlenwasserstoff gelbroth), theils von in der Flamme suspendirten farbig glühenden Stoffen her. Die Färbung kann variiren je nach der wechselnden Temperatur oder dem Ofengange, bei welchem sich regelmässig oder unregelmässig gewisse die Flamme färbende Substanzen erzeugen.

So färbt sich die Flamme beim normalen Holzkohlenofenbetriebe von Kaliverbindungen violett, bei abnormem Gange geht die violette Farbe in Gelb über, indem die Kaliumreduction unterbrochen ist. Zinkoxyd färbt graulich weiss, Blei- und Antimonoxyd gelblich, Staub von Kohlen, Erz u. s. w. röthlich gelb.

Die Spannung der Hohofengase[2]), von wesentlichem Einfluss auf die Schnelligkeit der Reduction und Kohlung, die Wärmeausnutzung, die Gasentziehung (S. 117) u. s. w. hängt von der Windpressung, der Ofenweite (die Geschwindigkeit der Gase steht im umgekehrten Verhältniss zur Ofenweite), der Korngrösse der Schmelzmaterialien, den Querschnitten der Ofenräume und anderen, der Berechnung sich theilweise entziehenden Factoren ab, weshalb man dieselbe durch directe Versuche (Tunner[3]), Rinman (c. l.), Kupelwieser (c. l.), Wiebmer u. A.) ermittelt hat.

Im Allgemeinen nimmt die Spannung bei den geringer werdenden Widerständen nach oben hin ab und beträgt bei offener, nicht zu enger Gicht zweckmässig 2—4 mm. Wassersäule vor dem Ausströmen. Kupelwieser berechnet die Gasgeschwindigkeit bei einem 13.18 m. hohen Ofen zu Eisenerz auf 6.28 m. pro Sec.; Spannung zu Gleiwitz im Gestell 1.120 m., im Kohlensack 0.658 m., unterhalb der geschlossenen Gicht 0.2 m. Wassersäule.

Die Temperatur der Hohofengase, welche dieselben den verschiedenen Ofenzonen mittheilen, nimmt von unten nach oben hin ab und hängt die Temperatur der Gichtgase (meist einige 100 Grad) im Wesentlichen ab von der Ofenhöhe, der Geschwindigkeit oder

1) Bgwfd. 5, 283. Dingl. 202, 151. 2) B. u. h. Ztg. 1865, S. 257; 1874, S. 135. Preuss. Ztschr. 22, 288 (Gleiwitz). 3) Oest. Jahrb. 9, 281.

Spannung der Gase (S. 192), dem Verhältniss zwischen Beschickungs- und Brennmaterialmenge (beim grauen Roheisen höher, als bei weissem), der Art des Brennmaterials (Cokes geben in entsprechenden Ofenhöhen höhere Temperaturen als Holzkohlen), gewissen Zufälligkeiten (zu tiefes Niedergehen der Gichten, Entzündung der Gichtgase) u. A.

Die directe Bestimmung der Temperaturen in verschiedenen Ofenhöhen, in Verbindung mit der Beobachtung der chemischen Vorgänge in den Beschickungsbestandtheilen, ist von Scheerer, Ebelmen[1]), Tunner[2]), Kupelwieser (c. l.), Rinman (c. l.), Jüngst[3]), Wepfer[4]), Wiebmer[3]) u. A. ausgeführt mit Metallen und Legirungen von bekannten Schmelzpunkten.[5]) Uebrigens hat man zu Temperaturmessungen auch Wassercalorimeter[6]) und für grosse Genauigkeiten Siemens' thermoeleckisches Pyrometer[7]) angewandt.

In Meter Tiefe	1	2.2	5.2	7.6	8.2	8.4	8.8	9.3	9.5	10	10.5	10.8	11.3	12.5	Form
Ebelmen .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2200°
Scheerer .	—	—	—	—	—	1000°	—	—	—	—	1600°	—	—	—	2458°
Tunner . .	—	—	—	—	—	—	—	—	800°	—	1200°	1500°	—	—	2000°
Jüngst . .	51°	—	—	230°	330°	360°	525°	700° Kohlens.	—	800°	—	—	1200—1400° (Obergestell)	—	2000°
Kupelwieser	—	500—520°	770°	920	—	—	—	—	—	—	960°—970°	—	—	1700°	—

Die Kupelwieser'schen Zahlen sind am meisten abweichend, weil die Erze aus einem Fillafer'schen Röstofen hellrothglühend in die Gicht gelangten. Man kann durchschnittlich annehmen, dass die Temperatur in halber Höhe des Ofens 600—800°, in $^1/_{10}$ Höhe über den Formen 1200—1400°, vor den Formen 1600—1800—2000° ist. Zu Halberger Hütte bei Brebach zeigen die Gichtgase bei gutem Ofengang 110° C., zu messen durch ein auf 250° getheiltes in die Gicht eingesenktes Quecksilberpyrometer. Zur Kühlhaltung der oberen Region werden die Erze feucht aufgegeben und bei zu hoch steigender Temperatur setzt man eine Doppelgicht oder schwächt die Pressung.

5. Wärmeverwendung und Verluste.[8]) Hierüber sind Versuche von Åkerman (c. l.), Bell (c. l.), Schinz (c. l.), Kupelwieser (c. l.), Gruner (c. l.) u. A. angestellt und rühren die hier gemachten Angaben zumeist von Ersterem her. Wärmeausnutzung.

Die vor den Formen durch Verbrennen des Kohlenstoffs zu Kohlensäure und Kohlenoxyd entwickelte Wärme wird gebunden: Ursachen d. Wärmebindung.

a. Bei Umwandlung der Kohlensäure in Kohlenoxyd durch glühende Kohle oberhalb der Form.

Von 8080 entwickelten Wärmeeinheiten werden 3148 gebunden.

b. Durch Absorption von Wärme durch die geschmolzenen Massen im Herde, je nach deren latenten Wärme variabel.

Nach Boulanger und Dulait[9]) binden Roheisen und Schlacke Wärme im Verhältniss von 1 : 1.4. Nach Gruner[10]) nehmen graue Roheisensorten beim Austritt aus dem Hohofen 280—285, weisse 260—265 und die entsprechenden Schlacken 500 und 450 Calorien mit weg. Die latente Wärme von grauem Roheisen beträgt 23, von weissem 32—34, von Schlacken etwa 50 Calor. Bei Zugrundelegung der niedrigeren Pouillet'schen Schmelzpunkte (S. 34) verlassen den Hohofen graue Roheisensorten mit 1350—1450°, weisse mit 1250—1300° C.

1) B. u. h. Ztg. 1844, S. 113; 1851, S. 321. 2) Oest. Jahrb. 9, 281. 3) Preuss. Ztschr. 19, 79. 22, 288 (Wiebmer). 4) B. u. h. Ztg. 1865, S. 442. 5) Kerl, Grundr. d. allgem. Hüttenkunde S. 54. B. u. h. Ztg. 1873, S. 231. 6) Bell-Tunner c. l. S. 33. B. u. h. Ztg. 1873, S. 397. Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 19, 15. 7) Dingl. 198, 394; 209, 419. B. u. h. Ztg. 1873, S. 396. Pogg. Ann. 149, 186. Becquerell's thermoelektr. Pyr.: Wagner, Jahresber. 1870, S. 123. Schins' Pyrometer in dessen Documenten, betreffend den Hohofen 1868, S. 5. 8) B. u. h. Ztg. 1871, S. 299. 9) B. u. h. Ztg. 1862, S. 390. Preuss. Ztschr. 11, 304. 10) B. u. h. Ztg. 1874, S. 115.



c. Durch Expansion der Gebläseluft[1]) von der derselben beim Passiren der Düsenmündung gegebenen Spannung und Dichtigkeit zu derjenigen, welche die Pressung der austretenden Gase reducirt.

d. Durch chemische Veränderung der Schmelzmaterialien und zwar

α. Reduction sauerstoffhaltiger Körper (Eisenoxyd, Manganoxyd, Kohlensäure, Phosphorsäure u. s. w.).

Bei Reduction mittelst Kohlenoxyds wird im Wesentlichen weder Wärme entwickelt noch absorbirt (bei Eisenoxyd resp. 33,642 und 32,972 Calor.), dagegen Wärme gebunden bei Reduction durch festen Kohlenstoff, z. B. bei Eisensilicaten (Entwicklung von 14,838 Cal. für jedes Aequivalent Sauerstoff und Verbrauch durch Reduction von 32,972, also Verlust 18,134 Cal.). Durch Verbrennen von Silicium vor der Form entwickelt 1 Gewichtstheil 6382.4, Eisen und Mangan 1268 Calor.[2])

β. Reduction der durch Reduction von Erz erzeugten Kohlensäure durch festen Kohlenstoff.

Durch Reduction verbraucht 5607, durch Verbrennung zu Kohlenoxyd erzeugt 2473 Calor., also Verlust 3134 Calor.

γ. Zersetzung des Wasserdampfes der Gebläseluft u. s. w. durch glühende Kohle.

9 Thle. Dampf erfordern zur Zerlegung 34,462 und geben durch Kohlenoxydgasbildung 14,838 Calor., also Verlust 19,624 Calor.

δ. Verkohlung roher Brennstoffe.

Erbreich berechnet die zur Austreibung jeder Gewichtseinheit Steinkohlengas aus roher Kohle erforderliche Wärme zu 2514 Calor.

ε. Verflüchtigung von Kohlensäure und Wasser aus Erzen und Zuschlägen.

Die zur Trennung der Kohlensäure vom Kalk erforderliche Wärme oder die Verbindungswärme beider beträgt 263 und 251 W.-E.

e. Durch Vorwärmen der Schmelzmaterialien (S. 189).

f. Durch Absorption von den Ofenwänden[3]), namentlich vom Gestell.

Jüngst fand die Temperatur der Aussenwand eines 0.8 m. starken freistehenden Gestelles in der Formhöhe zu 84°, 0.8 m. darüber zu 120° und 1 m. darüber 112°; 0.32 m. unter der Gichtmündung am freistehenden Schacht 21° C. Sumpföfen wirken ungünstiger als Blauöfen und die Wärmeausstrahlung des Gestelles ist um so grösser, je kleiner das Verhältniss des Querschnittes zum Umfang, daher am zweckmässigsten Kreisform bei grösserem Durchmesser. Nach Philippart[4]) absorbirt das Kühlwasser einer Düse in 24 St. etwa 1,500,000 Calorien, entsprechend einem Verbrauch von 500 kg. Cokes im Ofen (S. 115).

g. Durch Dissociation[5]) der Verbrennungsproducte.

Während Wasserstoff und Kohlenoxydgas nach der Berechnung beim Verbrennen in Sauerstoff Temperaturen von 6908 und 7059° geben, so resultiren wirklich nur solche von 2500 und 3500°, weil der gebildete Wasserdampf schon bei 1000° in Wasserstoff und Sauerstoff, Kohlensäure bei 1200° sich in Kohlenoxyd- und Sauerstoff zerlegt. Kohlenoxyd dissociirt sich bei höheren Temperaturen weniger leicht, als Kohlensäure, wohl aber in niedrigen Temperaturen bei Anwesenheit

1) Berggeist 1870, No. 55. 2) B. u. h. Ztg. 1871, S. 71; 1874, S. 76. Oest. Ztschr. 1870, No. 17. 3) Schinz in Dingl. 194, 307. Wasser-Calorimeter zum Messen der Wandwärme in Bell-Tunner's Entwickl. u. Verwend. d. Wärme in Eisenhohöfen 1870, S. 33. 4) Rev. univers. 1874, T. 35, p. 644. 5) B. u. h. Ztg. 1866, S. 52; 1869, S. 224, 230; 1874, S. 210. Dingl. 181, 285, 291. Polyt. Centr. 1871, S. 1184.

von Eisenoxyd (S. 189). Das Dissociationsbestreben nimmt mit der Pressung der Gase ab.

h. Durch die Gichtgase[1]) und zwar weniger wegen ihrer Temperatur, die sich bei angemessener Weite und Höhe der Oefen verhältnissmässig niedrig halten lässt, als wegen ihres Gehaltes an brennbaren Bestandtheilen, welcher denjenigen an Kohlensäure meist weit überwiegt und ausserhalb der Gicht nutzbar gemacht werden muss.

Rinman[2]) hat die Gasmengen berechnet, welche von einem Hohofen an einen Röstofen und einen Winderhitzungsapparat abgegeben werden (S. 81).

Gesammtwärmeverlust.

Ueber die Ausnutzung der Gesammtwärme in Hohöfen liegen die Berechnungen verschiedener Autoren vor, welche aber bei dem Mangel an bestimmter Kenntniss noch einzelner influirender Factoren (z. B. Wärmeausstrahlung, mit den Gichtgasen abgeführte Wärme u. s. w.) noch nicht mit aller Genauigkeit durchzuführen sind.

Nach Bunsen[3]) gelangten im Veckerhagener Holzkohlenofen nur 51.5 Proc., in dem Steinkohlenofen zu Alfreton nur 16.55 Proc. des angewandten Brennstoffs zur Nutzung. Nach Kupelwieser (c. l.) werden von der bei vollkommener Verbrennung in Holzkohlenöfen erzeugten Wärme verwendet

im Hohofen:			
zur Reduction		25.43	Proc.
zum Schmelzen von Eisen und Schlacke		9.38	„
zum Austreiben von Kohlensäure und Wasser		0.73	„
Wärmeverlust durch Ausstrahlung, Kühlwasser, Gichtgase		9.96	„
ausserhalb des Hohofens:			
zur Winderhitzung	6.59		
„ Erzröstung	13.96		
„ Dampferzeugung	5.00	25.55	„
Wärmeverlust durch Ausstrahlung und abziehende Verbrennungsproducte		28.95	„
		100.00	Proc.

wonach nahe an 40 Proc. verloren gehen.

Für die grossen Clevelander Cokeshohöfen mit bis auf 400—700° erhitztem Winde stellen sich die Wärmeverhältnisse nach Bell und Gruner (c. l.) folgendermassen (Tabelle auf S. 196).

Herdarbeiten.

D. Arbeiten im Herde[4]) und zwar:

Schlackenbeseitigung.

1. Entfernung der Schlacke. Hierbei kommen Abweichungen vor, je nachdem der Ofen eine offene oder geschlossene Brust hat, mit Holzkohlen oder Cokes betrieben wird und die Schlacke zäh- oder dünnflüssig ist.

Saure Schlacken.

a. Zähflüssige, kieselsäurereiche Schlacken. Dieselben entstehen vorwaltend bei Darstellung von grauem oder halbirten Eisen mit Holzkohlen (S. 167) in Oefen mit offener Brust (mit Vorherd, S. 110). Sie fliessen von selbst über den Wallstein auf die Schlackentrifft (S. 111) und werden von hier mittelst Forke auf die Hüttensohle abgehoben oder, wenn sie nicht von selbst abfliessen, aus dem damit gefüllten Herde ausgekrückt, auf die Hüttensohle gezogen und mit Wasser übergossen.

Derartige zähe Schlacken eignen sich noch flüssig in Formen eingedrückt zu Bausteinen[5]) (Ilsenburg, Schweden, hier namentlich zum Rauhgemäuer der

1) Kerl, Grundr. d. allgem. Hüttenkunde 1872, S. 99. 2) B. u. h. Ztg. 1874, S. 135. 3) Pogg. Ann. 46, 193. 4) Werkzeuge und Geräthe des Hohöfners in Kerl, Met. 3, 280. 5) B. u. h. Ztg. 1857, S. 127. Preuss. Ztschr. 11, 192. Rittinger's Erfahr. 1855, S. 42. Weniger, prakt. Schmelzmeister 1851, S. 126. Kerpely, Wien. Ausst.-Ber. 1878, S. 128.

		Clarence-Ofen v. 1853.	Works-Ofen v. 1866.	Ormesby-Ofen v. 1867.	Consett-Ofen.	Consett-Ofen No. 4.
Innerer Ofenraum	Cbm.	170	330	584	266	292
Ofenhöhe	Met.	14.60	24.40	28.20	16.80	16.80
Production in 24 Stunden	Ton.	30	38.6	63	55	60
Rauminhalt für die in 24 St. producirte Tonne (1016 kg.)	Cbm.	5.6	8.6	9.2	4.8	4.9
Nummer des producirten Roheisens		3—4	3—4	3—4	5	4—4.5
Verbrauch von Brennmaterial auf 1 Kil. Roheisen	Kil.	2.440	2.440	2.440	2.083	2.083
Verbrauch von Zuschlagskalk auf 1 Kil. Roheisen	Kil.	0.800	0.683	0.625	0.412	0.406
Ganzer Kohlenverbrauch	„	1.288	0.990	0.987	1.0055	0.789
In der Reductionszone verbrannte Kohle	„	0.1245	0.058	0.105	0.096	0.113
Temperatur des Windes	Grad	485	485	780	454.5	718
„ der Gase	„	452	332	412	477	248
Verhältniss zwischen $\frac{CO_2}{CO}$		0.387	0.6865	0.542	0.502	0.628
Entwickelte Wärme von jedem Kil. verbrannter Kohle	Calor.	3245	3854	3593	3621	3816
Gewicht des Windes	Kil.	6.518	5.193	4.897	5.071	3.751
„ der Gase	„	8.622	6.933	6.616	6.706	5.161
Verbrennungswärme in der Reductionszone pro Kil. producirten Roheisens	Calor.	1308	1511	1365	1392	1339
Verbrennungswärme in der Düsenzone	Calor.	2877	2305	2181	2249	1672
Gesammte Verbrennungswärme	„	4180	3816	3546	3641	3011
Durch d. Wind zugeführte Wärme	„	755	602	913	551	643
In Summa erzeugte Wärme	„	4935	4418	4459	4192	3654
Wärme der Schmelzzone (Verbrennungs- und Windwärme)	Calor.	3632	2907	3094	2800	2315
Wärme absorbirt durch die Reduction des Erzes u. durch d. Schmelzung des Roheisens	„	2314	2314	2314	2314	2314
Wärme, absorbirt durch die Schmelzung der Schlacken, die Zersetzung d. Kalksteins u. s. w.	„	1344	1212	1164	800	762
Fühlbare Wärme, durch die Gase abgeführt	„	923	546	645	758	303
Ausgestrahlte Wärme u. s. w. (durch die Differenz bestimmt)	„	354	347	335	320	275
Summe der consumirten Wärme	„	4935	4418	4459	4192	3654

Hohöfen, Jenbach u. s. w.); meist werden sie zur Ausziehung mechanich eingeschlossener Eisenkörner (z. B. in Steyermark $^1/_2$—$1^1/_2$ Proc. der Roheisenerzeugung) gepocht und gewaschen (seltener unter Schwanzhämmern oder Walzwerken zerkleint)[1]), der Schlackensand zur Mörtelfabrikation und als Formsand[2]) benutzt und das Wascheisen[3]) in den Hoh- oder Cupoloofen, zur Bleiniederschlagsarbeit u. a. gegeben. Einfliessenlassen der Schlacke zu Mariazell in Kessel, Ausgiessen aus denselben unter Wasserzufluss, Pochen der entstandenen Schaumschlacke und Verwaschen bei entgegenströmendem Wasser; Abfliessen der Schlacke zu Neu-

1) B. u. h. Ztg. 1863, S. 304. 2) Kerl, Met. 3, 340. 3) B. u. h. Ztg. 1872, S. 334.

berg[1]) in einen Wasserstrom der Schlackenrinne und Ueberleiten der Granalien über eine Staffelwäsche zum Zurückhalten der Eisenkörner.

b. **Dünnflüssige, basische Schlacken** entstehen beim Verschmelzen kalkreicher Beschickungen auf Graueisen oder kalk- und manganreicher Möller auf Weisseisen, und zwar mit Cokes oder Holzkohlen. Basische Schlacken.

α. Bei **Oefen mit offener Brust** (**Sumpföfen** S. 110), meist mit Cokes betrieben, lässt man sich die Schlacke im Herde bis unter die Formen ansammeln, stösst mit einem Spiesse eine Oeffnung in die Vorherddecke und lässt die Schlacke über die mit Cokesgestübbe ausgestampfte Schlackenrampe entweder in Schlackenwagen[2]) oder behuf des Granulirens in Wasser fliessen (wobei zweckmässig das Wassergerinne unter dem Schlackengerinne mündet, wie auf den Lothringer Eisenwerken zu Ars sur Moselle) oder behuf langsamer Abkühlung unter einer Gestübbedecke in muldenförmige Vertiefungen gewöhnlich während mehrerer Stunden laufen, wo sie dann auf einige Zeit zurück bleibt, worauf der Vorherd gereinigt und bis zur hinreichenden Wiederansammlung der Schlacke mit Cokeslösche bedeckt wird.

Die **Schlackenwagen** werden seltener auf einer beweglichen Plattform in Wasser gesenkt und nach der Abkühlung auf Schienen forttransportirt (**Prieuré**-Eisenwerk zu Longwy)[3]), als, nachdem mittelst Krahnes die gusseisernen Kastenwände abgehoben, zur Halde gefahren und hier die Schlackenblöcke von 750—1000 kg. Gewicht ausgestürzt, wo sie bei sehr basischer Beschickung nach einigen Stunden unter starker Wärmeentwicklung zu Sand (gut als Maurersand) zerfallen. **Kloman**[4]) füllt auf einer rotirenden Scheibe stehende Formen, die von fliessendem Wasser umgeben sind, nach einander mit Schlacke und hebt die an Haken herausgezogenen Schlackenblöcke auf Wagen. Der Transport der Wagen geschieht meist durch Pferde auf der Ebene oder auf schneckenförmig gelegten Eisenbahnen mit 4—4½ Proc. Ansteigen (Seraing), auch durch Dampfmaschinen auf die Höhe einer Halde, zuweilen durch pneumatische Aufzüge (Königshütte)[5]) und Locomotiven (Ebbw Vale). Spröde, glasige, kalkärmere Schlacken führt man in steinige harte und zähe, für den **Chausseebau**[6]) geeignete über (Oberschlesien) durch Einleiten in Gruben aus Gestübbe und langsames Abkühlen unter einer Decke von Staubkohle (**getemperte, basaltirte** Schlacken). Man kann in die noch flüssige Masse einen Dorn mit Ring stecken, an welchem der Kuchen nach dem Erstarren mittelst Kette und Krahns auf einen Wagen gehoben wird (Steyermark).[7]) — Mit Sand, Thon, Asche u. s. w. behuf Haltbarmachung gemengte und in besonderen Oefen getemperte Schlackensteine (künstlicher Porphyr) dienen zum **Strassenpflaster**[8]) und zu **Bausteinen** (Königshütte, Belgien, z. B. Schlacke mit 38—44 Proc. Kieselsäure).[9])

Mit Färbungsmitteln versetzt und in erhitzte Thonformen gepresst, geben Schlacken **Bauornamente**.[10]) — Behuf **Zerkleinerung**[11]) der flüssigen Schlacken lässt sie **Wood** unter Wasserzufluss auf einer rotirenden Scheibe sich ausbreiten, auf welcher sie durch geneigt dagegenstehende Messer zerbröckelt und von denselben in Wagen gestrichen werden. Am häufigsten wendet man ein zuerst in den 60er Jahren von **Langen** eingeführtes **Granuliren** an, entweder in Rinnen (S. 197) oder in einem Schöpfrade (Georg-Marienhütte, **Wood's Maschine**).[12]) **Minary's Vorrichtung**[13]) gestattet einen Weitertransport der Granalien durch eine Kette ohne Ende in Wagen. Schöpfräder als Hebevorrichtungen sind dauer-

1) B. u. h. Ztg. 1870, S. 59, Taf. 2. 2) B. u. h. Ztg. 1863, S. 1. **Kerl**, Met. 3, 284. 3) B. u. h. Ztg. 1871, S. 64. 4) B. u. h. Ztg. 1873, S. 459. 5) Berggeist 1869, S. 303. Schlackenaufzüge: B. u. h. Ztg. 1870, S. 97. 6) Preuss. Ztschr 3, 163. B. u. h. Ztg. 1861, S. 157, 357; 1862, S. 155; 1872, S. 333. 7) **Karsten**, Arch. 2. R. 25, 609. 8) B. u. h. Ztg. 1873, S. 123. 9) B. u. h. Ztg. 1863, S. 388; 1872, S. 334; 1874, S. 263. Polyt. Centr. 1870, S. 485. 10) B. u. h. Ztg. 1856, S. 146. Berggeist 1856, S. 5. 11) **Dingl.** 208, 292; 214, 371 (**Dingey's** Mühle). 12) Polyt. Centr. 1873, S. 766. Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 18, 321. B. u. h. Ztg. 1875, S. 27. 13) B. u. h. Ztg. 1866, S. 226; 1872, S. 334.

hafter als Paternosterwerke. Bodmer[1]) lässt die flüssige Schlacke durch ein Walzwerk passiren (Halberger Werk bei Brebach). Die Schlackengranalien dienen unter Anderem zur Herstellung von Bausteinen[2]) (z. B. mit 8—10 Proc. gebranntem Kalk zu Ziegeln gepresst und diese an der Luft getrocknet), von Cement[3]) (solche Schlacken müssen mit Säuren gelatiniren, z. B. von der Zusammensetzung 37—40 SiO_2, 18—20 Al_2O_3, 38—44 CaO, 2—4 MgO), zur Unterlage für Strassenpflaster, als Kies für Eisenbahnen und Wege, als Auflockerungsmittel für schweren Boden, zum Düngen[4]), als Sand zum Mörtel, zur Herrichtung der Herdformen behuf Aufnahme des Roheisens (Siegen)[5]), zum Glasiren[6]) von Barnsteinen und Thonwaaren, von feuerfesten Steinen[7]) im Gemisch mit Thon, zur Glasfabrikation[8]) (Charleroi), zu Kitten und Dachziegeln[9]), zur Darstellung chemischer Producte, z. B. Thonerdesalzen[10]), Wasserglas[11]) u. s. w., zu Bädern[12]) u. A. Durch Einblasen von Gebläsewind oder Dampf in flüssige Schlacke erfolgt Schlackenwolle[13]) (Ofenwolle), geeignet zur Kolbenverpackung, Dampfrohrumhüllung u. s. w. Die Wärme der flüssigen Schlacke ist benutzt zum Erhitzen von Gebläseluft[14]), zum Trocknen der Formen[15]) u. A.

β. Bei Oefen mit geschlossener Brust (Tiegelöfen) fliesst die Schlacke entweder continuirlich ab (Lürmann'sche Schlackenform bei Cokes S. 113) oder sie wird bei den kleinen Blauöfen (S. 112) mit Holzkohlenbetrieb durch den Schlackenstich in einen grossen Gestübbeherd abgelassen und nach dem Erkalten der an einem Haken mittelst Kette und Krahn aufgewundene Block auf einen Wagen geschafft (Steyermark)[16]), seltener noch gemeinschaftlich mit dem Roheisen abgestochen, durch Wasser gekühlt, und mit eisernen Krücken von dem sehr blank werdenden Eisen abgezogen (früher in Steyermark und Kärnthen).

Roheisen-entfernung.

2. Entfernung des Roheisens. Diese kann geschehen:

α. Durch Ausschöpfen mit lehmüberzogenen angewärmten Eisenkellen und zwar weniger gut direct aus dem Vorherd, als aus einem Schöpfherd (S. 111) nach vorherigen Abziehen der Schlacke.

Soll viel Eisen auf ein Mal ausgeschöpft werden, so stellt man das Gebläse ab und reinigt zuletzt den Herd.

β. Durch Abstechen des Eisens direct aus dem Ofenherd (Blauöfen) oder aus dem Vorherd (Sumpföfen) durch Oeffnen des mit Gestübbe (Cokes und Lehm) verschlossenen Stiches (S. 111) mittelst Abstechspiesses von etwa 10 kg. Gewicht, am dicken Ende mit einer Verstärkung versehen, um nöthigenfalls mit Ramme in den zu fest gewordenen Stich eingetrieben zu werden und dann auf einer Stütze ruhend, hierauf Ablassen des Eisens durch eine gusseiserne, mit trockenem Lehm gut überzogene, bis etwa 3 m. lange Rinne und aus dieser in die Gosse (Masselgraben), zu deren Seiten im Freien oder unter Dach (gewöhnlich bei Giessereiroheisen) (Fig. 28) mittelst Querrinnen damit communicirende platte Formen aus gewöhnlichem oder besser Schlackensand (für graues Roheisen) oder gusseiserne Formen[17]) (Coquillen) z. B. von 1.03 × 01.94 × 0.084 m. sich befinden, letztere besonders für

1) B. u. h. Ztg. 1874, S. 261. 2) B. u. h. Ztg. 1869, S. 155; 1872, S. 334; 1873, S. 339; 1874, S. 363. Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 18, 321. 3) Dingl. 106, 321. B. u. h. Ztg. 1872, S. 335, 364; 1874, S. 262, 347. 4) Polyt. Centr. 1839, S. 1309. B. u. h. Ztg. 1872, S. 335. 5) B. u. h. Ztg. 1872, S. 334. 6) B. u. h. Ztg. 1860, S. 456; 1872, S. 334. 7) B. u. h. Ztg. 1872, S. 335. 8) B. u. h. Ztg. 1872, S. 334. 9) B. u. h. Ztg. 1846, S. 222. 10) Dingl. 194, 251. 11) B. u. h. Ztg. 1853, S. 538; 1870, S. 386; 1872, S. 335. 12) B. u. h. Ztg. 1862, S. 366, 159. 13) B. u. h. Ztg. 1872, S. 335; 1873, S. 371, 407; 1874, S. 261, 363. 14) B. u. h. Ztg. 1859, S. 464; 1868, S, 52. 15) B. u. h. Ztg. 1872, S. 334. 16) Karsten's Arch. 2. R. 25, 609. 17) Preuss. Ztschr. 22, 285 (Gleiwitz).

weisses Frischroheisen, welches sich darin abschreckt und sandfrei erfolgt; vorher Einsetzen des Wischeisens (Streich- oder Schlackeneisens) noch oberhalb der Formen so tief in die Gosse, dass das Roheisen darunter hinwegfliesst, die Schlacke (Gossenschlacke) aber davor zurückgehalten wird; Absperren der Gosse unterhalb der obersten Querrinnen durch eine eingesenkte Krücke (Bollen), Schliessen derselben Querrinne nach Anfüllung der Formen, weiteres Fortrücken der Krücke bis unter die nächsten Querrinnen und so fort, worauf man nach dem Erkalten den Inhalt der Formen, die Gänze, Flossen, Brocken, Masseln, aushebt. Bei Blauöfen: Schliessen des Stiches mittelst Gestübbepfropfens am Stopfholz und Wiederanlassen des etwa $^1/_2$ St. während des Eisenabflusses abgestellten Gebläses, bei Sumpföfen und Cokeshohofenbetrieb Wirkenlassen des beim Abstechen meist auf die halbe Pressung reducirten Windstromes mit voller Kraft während kurzer Zeit (1—2 Min.), nachdem sich der Herd fast entleert hat (Nachblasen zur möglichsten Entfernung des Herdinhaltes bei auf den Vorherd gelegter, mit Gewichten belasteter Eisenplatte), dann gänzliches Abstellen des Gebläses (zu Rothehütte[1]) bläst der Wind ununterbrochen), Reinigen des Herdes durch das Stichloch, Zumachen des Stiches, Reinigen des Vorherdes mittelst gerader und gekrümmter verstahlter Eisenstangen (Spette, Rengel) von Ansätzen (Rengeln) — nöthigenfalls durch Wirkenlassen eines in Ketten aufgehängten, an 40 kg. schweren eisernen Rammbären, welcher von 6—8 Mann gegen den Spett wird schlagen gelassen —, Reinigen des Formrüssels von Ansätzen mittelst Formstörers, Ersetzung des falschen Lehmtümpels unter dem Tümpeleisen (S. 111), Hervorziehen von Cokes mittelst Kratze in den Vorherd, Aufgeben einiger Schaufeln voll Cokesgestübbe darauf, Schliessen des Vorherdes durch eine Schicht etwas angefeuchteten Lehmes und Wiederanlassen des Gebläses (nach 1—1$^1/_2$ Stunden), bis nach z. B. 6 Stunden wieder gestochen wird.

Modificationen: Abstechen des Eisens in grosse Giesskellen oder direct in die Formen (Giessereiroheisen) oder in Frischapparate (Puddelöfen, Bessemerconverter); Ablassen desselben behuf des Granulirens (Niederschlagseisen für Bleierze, Eisen für Stahlerzeugung u. s. w.) auf eine über fliessendem Wasser befindliche concave Eisenplatte (Granulirplatte) mit Löchern; Ablassen von Frischroheisen sammt Schlacke in eine etwa 785 mm. weite Grube in lockerem Sand, Abziehen der erstarrten Schlackendecke vom flüssigen Eisen und Reissen desselben unter Wassergiessen in dünne Scheiben oder Blattl (Blattlheben in Steyermark, Kärnthen); Abstechen des Spiegeleisens auf eine mit etwa 0.079 m. hohem Rande versehene Gusseisenplatte von etwa 1.8 m. Länge und 0.94 m. Breite und Zerschlagen der Spiegeleisenplatten (Südwales); Ablassen von Blei (Bleiabstich) aus dem Canal unter dem Sohlstein (S. 107).

3. Ausräumen des Herdes. Dieses geschieht bei Sumpföfen nach jedem Abstich in der eben angegebenen Weise. Herdräumen.

Widerstehen Versetzungen der Wirkung von Rengel und Rammbären, sowie lösenden Zuschlägen (Flussspath, gaare Hohofenschlacken[2]), wovon man einige Gichten aufgiebt, indem man den halben oder ganzen Erzsatz davon ersetzt) so operirt man zweckmässig wie folgt: Herausreissen der Form mittelst eines starken Hakens an einer Kette, in deren Gliedern eine Brechstange hebelartig wirkt,

1) Preuss. Ztschr. 19, 72. 2) Deutsch. Engin. 1874, S. 218.

Einbringen von Holzkohlen in das Formloch und Einwirkenlassen von schwachem Wind so lange, bis Rengel und Rammbär eine Oeffnung schaffen, dann Zuführung von stark erhitztem Wind; oder bei Unwirksamkeit dieser Mittel (bei starken Versetzungen, z. B. durch Ueberladen des Ofens[1]), Eindringen von Wasser, übergaaren Gang u. s. w.), Oeffnen der sonst eine Kühlung herbeiführenden Nothformen *l* (Fig. 32) über den eigentlichen Formen (nöthigenfalls Einschlagen von Löchern über den Formen zur Aufnahme der Düsen), Wirkenlassen des Windes, bis die Massen oberhalb der eigentlichen Formen grossentheils fortgeschmolzen und im flüssigen Zustande über den Wallstein weg oder durch beim Fortbrechen einiger Gestellsteine entstandene Oeffnungen abgelassen sind (nach ein bis mehreren Tagen), Entfernung der Ansätze vor der Formöffnung, so dass sich nur glühende Cokes vor derselben zeigen, Einsetzen der Form, so dass sie mit etwas Stechen 50—80 mm. in die Cokes ragt, späteres Zurückziehen derselben. Ein wirksames Mittel zur Beseitigung von Versetzungen ist die in England häufig im Tümpel angebrachte Form.[2])

Füttern. 4. Füttern des Ofens, das Einbringen von Stoffen durch die Formen in den Ofenherd, um entweder die Temperatur zu steigern (Kohlen, Cokes)[3]) oder Ansätze[4]) wegzulösen (Flussspath, Schlacken) oder ein übergaares, graphitreiches Eisen kohlenstoffärmer zu machen (Eisenstein, Eisenfrischschlacken), zu welch letzterem Zwecke man auch wohl sog. scharfe Gichten[5]), d. h. mehr Beschickung als gewöhnlich zeitweilig giebt. Zu starke Abkühlung durch das Füttermaterial ist zu vermeiden.

Windstellung. 5. Veränderungen der Gebläseluft hinsichtlich der Pressung (Einlegung von Formfuttern), Menge und Temperatur bei eintretenden Veränderungen im Ofengange.

Reparaturen. 6. Reparaturen im Gemäuer des Herdes, Gestelles, der Rast und des Kernschachtes. Die Reparaturen im Herd werden gleich nach dem Abstich bei möglichst gaarem Ofengang, leeren Kohlengichten, abgestelltem Wind und bedeckter Gicht vorgenommen.

Erneuerung des Tümpeleisens: Herausreissen desselben mittelst Hakens und Kette (S. 199), Entfernung der Ansätze, Ersetzung des lädirten Tümpelsteines durch Thonstampfung, Festkeilen des neuen Tümpeleisens, Verschmieren der Fugen zwischen Tümpel und Vorherdwänden, Anbringung des falschen Lehmtümpels unter dem Tümpel. — Gestellsteine: Abkühlung der durch eine in denselben entstandene Oeffnung hervorgedrungenen flüssigen Massen, Reinigung des Loches, Verschliessen desselben mit einem Gemenge von Thon und Chamottestücken oder mit einem thonüberzogenen Gestellstein, Anbringen eines Kühlwasserbassins an der schadhaften Stelle. — Formen: Herausreissen mit Haken, Füllen des weggebrannten Theiles mit Thon, Einsetzen der neuen Form, so dass sie etwas in den Ofen ragt, späteres Zurückziehen derselben. Bei leckgewordenen Wasserformen[6]) können Explosionen entstehen (S. 161). — Sohlstein: Ausstampfen der Vertiefungen mit feuerfester Masse[7]), Einbringen von Puddelluppen auf die Herdsohle[8]), Ausfüllung der Vertiefungen mit Roheisen[9]), Herstellung einer Steinsohle bei abgefangener Schmelzsäule[10]), Einstampfen und Füttern von Eisenstein in die flüssige Masse auf dem von unten stark gekühlten Sohlstein.[11]) — Rast[12]): Anbringen eines Eisenbleches in der Füllung vor dem Loche in der Rast und Ausfüllen desselben mit Thon und Chamotte. — Kernschacht: Niedergehenlassen der Gichten bis zur Fehlstelle, Einbrechen einer Oeffnung im Rauhgemäuer bis zu ersterem hin und Reparatur der Fehlstelle.[13])

---

1) B. u. h. Ztg. 1859, S. 294, 400. 2) Preuss. Ztschr. 14, 305. 3) B. u. h. Ztg. 1870, S. 349. 4) B. u. h. Ztg. 1870, S. 337. 5) B. u. h. Ztg. 1861, S. 438; 1856, S. 144. 6) B. u. h. Ztg. 1860, S. 38. 7) B. u. h. Ztg. 1859, S. 400. 8) B. u. h. Ztg. 1865, S. 159. 9) B. u. h. Ztg. 1859, S. 399. 10) B. u. h. Ztg. 1859, S. 401. 11) B. u. h. Ztg. 1874, S. 40, 282. 12) B. u. h. Ztg. 1859, S. 400. Kerpely, Fortschr. 3, 84; 4, 92, 95. 13) B. u. h. Ztg. 1859, S. 400.

Dämpfen.

7. Dämpfen (Dämmen) des Ofens, zeitweilige Unterbrechung des Betriebes, z. B. wegen Mangels an Schmelzmaterialien[1]), erforderlicher Reparaturen am Gebläse, wegen Sonntagsfeier[2]), wegen Krieges, bei schlechten Conjuncturen, bei Striken u. s. w.

Manipulationen: Aufgeben nur von Brennmaterialgichten, Abstechen der flüssigen Massen aus dem Herd, Abstellen des Gebläses, Wegnehmen des Wallsteins, dichtes Verschliessen aller Oeffnungen, Erhalten der Hitze im Herde durch Rostschlagen, öfteres Ausräumen der Asche; beim Wiederanlassen, zuweilen erst nach mehreren Wochen oder Monaten[3]), Aufgeben von Möllerung in rascher steigendem Verhältniss als beim Anblasen. — Verfahren nach Büttgenbach[4]): Ersetzung von $\frac{1}{3}$ der letzten 5 Erzgichten durch gaare, nicht zu basische Hohofenschlacke, dann 4—5 Schlackengichten und eine Anzahl Cokesgichten, ohne Zuschlag, dann Füllungen von Cokes und Hohofenschlacke mit etwas Kalk zur Verschlackung der Cokesasche, dann Füllungen von Hohofenschlacke mit steigenden Erzzuschlägen so lange, bis die letzten metallgebenden Schichten eingerückt sind, wo dann die folgenden Schlackengichten den Herd ausfegen; Zustopfen, sobald nur Cokes sich zeigen, der zum Gestell führenden Oeffnungen, Decken der obersten Gicht mit einer 60—95 cm. dicken Lage Lehm oder besser zerfallenem Hohofenschlackenstaub, welcher stets feucht zu erhalten ist, von Zeit zu Zeit Oeffnen von Abstichs- und Schlackenloch, um die Cokes in Brand zu erhalten. Bei wiederbeginnendem Betriebe: Entfernung der Decke von der obersten Gicht, Aufgeben von Cokes anfangs nur mit Schlacke, dann mit Erz und Schlacke bis zur Füllung des Ofens, Oeffnen von Form und Brust, nöthigenfalls Ausräumen des Herdes und Anlassen des Gebläses, sobald feurige Cokes erscheinen.

Ausblasen.

8. Ausblasen des Ofens, in Folge zu stark veränderter Herddimensionen, Erstickung (Crepiren, Einfrieren, z. B. in Folge nicht aufzuhebender Versetzungen (S. 200) durch zu basische strengflüssige Beschickung oder lettige Erze in Oberschlesien)[5]), bei Mangel an Schmelzmaterialien oder an Absatz der Producte, bei starken Ansätzen von Gichtschwämmen (zinkischen Ofenbrüchen) im Kernschacht u. s. w.

Gichtschwamm sucht man bei tief niedergegangener Gicht, abgestelltem Gebläse und Verschluss der Herd- und Formöffnungen so lange als möglich durch Brechstangen abzulösen und herauszunehmen. Gelangt er in grösserer Menge in den Herd, so kann durch plötzliche Wärmeentziehung bei Reduction des Zinkoxydes graues Roheisen in weisses übergehen.

Die Dauer der Schmelzcampagnen (Hüttenreisen)[6]) hängt ausser von obigen uud sonst zufälligen Umständen (Krieg, Ueberschwemmungen, Mangel an Wasser[7]), Unfahrbarwerden der Wege, Entstehung nicht zu stopfender Oeffnungen im Kernschacht[8]) u. s. w.) wesentlich ab von der Beschaffenheit des Ofenbaumaterials, von der mehr oder weniger sorgfältigen Betriebsleitung und Kühlung der unteren Ofentheile und sind bei freistehenden Gestellen Campagnen bis zu 30 und mehr Jahren Dauer vorgekommen (Schottland, England); ein Hörder Ofen[9]) ging 19 Jahre; gewöhnliche Dauer 1—10 Jahre, in Südwales durchschnittlich 7 Jahre, zuweilen 12—15, selbst ausnahmsweise 33 Jahre (Pontypool). Die Gestalt ausgeblasener Oefen kann Fingerzeige für die zu wählende innere Ofenform geben.[10])

1) B. u. h. Ztg. 1874, S. 137. 2) B. u. h. Ztg. 1873, S. 177. Dingl. 208, 443. 3) Kerpely, Eisenhüttenwesen Ungarns S. 241. B. u. h. Ztg. 1874, S. 137. 4) B. u. h. Ztg. 1874, S. 229. 5) B. u. h. Ztg. 1870, S. 350, 351. 6) Kerl, Met. 3, 316. Kerpely, Fortschr. 3, 112. 7) B. u. h. Ztg. 1863, S. 221. 8) B. u. h. Ztg. 1868, S. 156. 9) B. u. h. Ztg. 1874, S. 360. 10) Kerl, Met. 3, 317. Oest. Ztschr. 1857, S. 279. B. u. h. Ztg. 1874, S. 360 (Hörder Ofen). Preuss. Ztschr. 22, 286 (Gleiwitz).

Aelteres Verfahren beim Ausblasen: Aufgeben leichtflüssigerer und leichterer Erzgichten, dann nur einer Brennmaterialgicht, Niederschmelzen der Massen bei möglichst gaarem Gange und verstärkter Windpressung, Abstechen und Ausschöpfen der flüssigen Massen aus dem Herd, sobald sich nur Kohlen vor der Form zeigen, Abstellen des Windes, Verstopfen der Formöffnungen nach herausgerissenen Formen, theilweises Schliessen der Gicht, Entfernung des Tümpels und Wallsteins, Ausziehen der Kohlen und noch flüssiger Massen, Erkaltenlassen des Ofens, wohl unter Einleiten von Wasser, und Ausbrechen der zu reparirenden Ofentheile nach dem Erkalten. Uebelstände: grosser Wärmeverlust und Zerstörung der oberen Schachttheile, Gasfänge u. s. w. durch die aufsteigende Hitze. — Neueres Verfahren: nach Tunner[1]) Vollfüllen des Ofens mit Kohlen bis zum Abstich alles Flüssigen, Schliessen aller Oeffnungen, Einschlagen der Brust nach einigem Erkalten und Ausziehen der Kohlen unter Wassergiessen. Oder besser[2]): anfangs abwechselndes Aufgeben von Brennmaterialgichten und Gichten von Kalk, Eisenstein oder Frischschlacke, dann nur letztere Substanzen allein, indem der ganze Ofen damit gefüllt wird, Ablassen alles Flüssigen und Reinigen des Vorherdes, wenn diese Substanzen im Gestell erscheinen, Verstopfen des Vorherdes und der Formen bei geöffneter Gicht, Erkaltenlassen des Ofens und Ausziehen seines Inhaltes. — Nach Büttgenbach[3]): Ersetzung von $^2/_3$—$^1/_2$ der Beschickung durch gaare Eisenhohofenschlacken bei den letzten 20—30 Gichten bei constantem Cokessatz, Aufgeben von mehreren Schlackengichten ohne Erz mit etwas Kalkstein, dann 2500—5000 kg. Cokes ohne Schlacke, Vollfüllen des Ofens mit groben Kalksteinstücken, Ausräumen der Schlacken aus dem Herd nach vorherigem Abstechen des Eisens, Abstellen des Gebläses, sobald die letzte sehr basische Schlacke, welche nicht mehr fliesst, vor den Formen erscheint, Ausziehen aller Formen, ruhiges Stehenlassen des Ofens während einiger Zeit, Aufbrechen der Brust, Ausräumen der zerfallenen sehr basischen Schlacke und Ausziehen der theilweise gebrannten Kalksteine. Bei diesem Verfahren wird der Ofenschacht gut erhalten und der Herd ist frei von Ansätzen. — Wo nach längerer Ofencampagne der Kernschacht doch stark angegriffen ist, wendet man das einfache ältere Verfahren an (z. B. in Finnentrop nach 6—7 jähriger Campagne). Beim Ersticken (Einfrieren, Crepiren) eines Ofens (S. 201) muss nach dem Erkalten desselben die erstarrte Masse zugleich mit dem Mauerwerk abgebrochen werden.

Kennzeichen dafür.

36. Leitung des Ofenbetriebes.[4]) Dieselbe erfordert viel Erfahrung und es dienen als Kennzeichen zur Beurtheilung des Ofenganges: die Beschaffenheit des Roheisens (Spiel und Funkensprühen im flüssigen Zustande, Farbe und Oberflächenbeschaffenheit nach dem Erstarren) und der Schlacke (Schmelzbarkeit, Flüssigkeitsgrad, Erstarrbarkeit, Structur, Farbe u. s. w.), Gichtenwechsel, das Aussehen der Formen (hell oder dunkel, ruhiges Schmelzen oder Kochen der Massen vor denselben u. s. w.) und die Beschaffenheit der Tümpel- und Gichtflamme (Farbe der Flamme (S. 192) und des mehr oder weniger starken Rauches, Lebhaftigkeit und Gleichmässigkeit des Ausziehens u. s. w.).

Ofengänge.

Es lassen sich folgende Ofengänge der Hauptsache nach unterscheiden:

Gaargang.

A. Gaargang, wenn bei richtigem Verhältniss zwischen Beschickung und Brennmaterial und bei passender Temperatur neben flüssiger, lichter, eisenarmer Schlacke und klaren, hellen Formen das gewünschte Roheisen (grau, weiss oder halbirt) erfolgt.

Bei Graueisen.

1. Graueisendarstellung. Die Schlacken vom Holzkohlenofenbetrieb fliessen wegen hoher Silicirung (S. 167) zähe, geben beim

1) Bgwfd. 8, 14. 2) B. u. h. Ztg. 1868, S. 431; 1870, S. 71, 438; 1871, S. 114. Kerpely, Fortschr. 6, 121; 7, 132. 3) B. u. h. Ztg. 1874, S. 229. Preuss. Ztschr. 22, 285 (Gleiwitz). 4) v. Mayrhofer's Regeln für prakt. Schmelzmeister in Kraus' Oest. Jahrb. 1852, S. 1. Tholander, Formeln zur Berechnung des techn. Effectes der Hohöfen in B. u. h. Ztg. 1873, S. 171.

Ablöschen weisse Schaumschlacke, sind fadenziehend, erstarren langsam mit heller Farbe (meist grau, zuweilen blau und ins Violette an den Kanten durchscheinend), schliessen Eisenkörnchen ein (3—4 Proc.), erscheinen bei raschem Erkalten glasig bei muschligem Bruch, bei langsamer Abkühlung steinig, oft mit splittrigem Bruch (z. B. Gossenschlacken) und enthalten 1—2 Proc. Eisenoxydul. Cokeshohofenschlacken sind je nach ihrem Kalkgehalt mehr oder weniger dünnflüssig, erstarren rascher, geben seltener glasige, als steinige, erdige und selbst an der Luft zerfallende Schlacken; Farben licht, meist erbsengelb, lauch- oder olivengrün bei einem Mangangehalt. — Formen klar, regelmässiges, ruhiges Herabtropfen von Roheisen und Schlacke vor denselben. — Gicht- und Tümpelflamme gleichmässig, erstere violett und wenig weissen Rauch absetzend. — Gichtenwechsel regelmässig bei gleichmässigem Eingehen der Gichten. — Roheisen in der Qualität verschieden je nach dem Zusammenwirken von Brennmaterialmenge und Windtemperatur zur Erzielung einer gewissen Temperatur. — Man unterscheidet in dieser Beziehung absichtlich erzeugtes Roheisen von kaltgaarem (S. 26), heissgaarem (S. 26) und normalgaarem Ofengange (S. 28).

In Folge zu stark erhitzten Windes vorkommende Abnormitäten beseitigt man am besten durch Vergrösserung des Düsenquerschnittes bei beibehaltener Pressung.[1])

Nicht zu verwechseln mit einem heissgaaren Gange ist der durch einen hohen Brennstoffverbrauch und graphitreiches Roheisen charakterisirte, unabsichtlich herbeigeführte übergaare Gang (S. 27), bei welchem die Formen stark leuchten, leichter nasen (in Folge Ansatzes von Theilen des angegriffenen Gestelles), die Gichtflamme heisser, heller und stärker rauchend wird und sehr hitzige, mit Graphit bedeckte Schlacken erfolgen. Uebergaarer Gang.

Gegenmittel: Erhöhung des Beschickungssatzes, Beschleunigung des Gichtenwechsels durch Vergrösserung von Windmenge und Pressung bei gleichzeitiger Schwächung der Windtemperatur, häufiges Abheben der Schlacke im Vorherd, öftere Reinigung des Herdes, Umwandlung des im Herde befindlichen graphitreichen Eisens in daran ärmeres durch Aufgeben scharfer Gichten (S. 200), oder Füttern (S. 200) mit Eisensteinen oder Eisenfrischschlacken.

War bei übergaarem Ofengange auch noch der Schmelzpunkt der Schlacke zu hoch (z. B. bei zu hohem Kalkstein- oder Dolomitzuschlag), so entstehen eisenarme poröse Schlacken oder auch, indem Eisen vor der Form vom Windstrome oder von Kohlensäure oxydirt wird, eisenreiche fressende Schlacken wie beim Rohgange und stark leuchtende Ansätze von Frischeisen am Formrüssel.

Gegenmittel[2]): Herstellung einer leichtschmelzigeren Beschickung (z. B. Zuschlag von Thoneisenstein und Frischschlacken zu einer zu kalk- und magnesiareichen Beschickung in Obeschlesien)[3]) unter Verstärkung des Satzes, öfteres Ausräumen des Herdes bei kalkreichen Versetzungen nach S. 200, Reinhalten des Stiches u. s. w.

Bei leichtflüssiger Schlacke und zu hoher Temperatur im Gestell bildet sich (z. B. leicht beim Verschmelzen von

1) Kerpely, Fortschr. 5, 139. 2) B. u. h. Ztg. 1870, S. 349. 3) B. u. h. Ztg. 1870, S. 340.

Kohleneisensteinen in einem Ofen mit engem Gestell) in Folge unvollständiger Eisenreduction eine eisenreiche, dünnflüssige, stark fressende, das Roheisen entkohlende Schlacke, wie bei Rohgang, sowie stark leuchtende Formen (hitziger Ofengang).

Gegenmittel: Erhöhung der Strengflüssigkeit der Beschickung, Schwächung und Abkühlung des Windes, Erweiterung des Gestelles bei nächster Campagne.

Dürrer Gang. Ein dürrer oder trockener Ofengang entsteht bei Mangel an schlackengebenden Bestandtheilen, wobei der Wind das ungeschützte Eisen oxydirt und Erscheinungen, wie beim Rohgange (siehe unten) herbeiführt.

Gegenmittel: Erhöhung der Schlackenmenge, z. B. durch Eisenhohofenschlackenzuschlag, öfteres Reinigen von Herd und Formen, Füttern mit leichtflüssigen Substanzen (Eisenfrischschlacken, Flussspath) bei Schwächung von Wind und Erzsatz u. s. w.

Bei Weisseisen. 2. Weisseisendarstellung. Die basischen, kalk- und manganhaltigen Schlacken mit geringem Eisengehalt fliessen dünn, erstarren rasch zu steinigen und wohl (z. B. bei Spiegeleisenbildung) nach einiger Zeit zerfallenden Massen und zeigen helle, meist von einem Mangangehalt gelbgrüne Farbe; Gicht- und Tümpelflamme, sowie Formerscheinungen ähnlich wie bei Graueisen. Spiegeleisen (S. 35) fliesst weissglühend und rasch unter Ausstossung weisser Flämmchen und hellgrauen Nebels (S. 35), zeigt in den Sandformen kein oder kurzes wurmartiges Spiel (S. 35) und vor dem Erstarren Narben (S. 18, 36); bei niedrigerer Temperatur und leichtschmelzigerer Beschickung entstehen aus gleichen Erzen, wie für Spiegeleisen, blumige und luckige Flossen (S. 43).

Da der Betrieb auf letztere bei verhältnissmässig niedriger Temperatur geführt wird, so bläst man um nicht durch zu starkes Sinken der Temperatur Rohgang herbeizuführen, zeitweilig unter Erhöhung derselben (durch Abbrechen an Satz, Windtemperatursteigerung u. s. w.) auf Spiegeleisen. Auch giebt man wohl von Zeit zu Zeit leere Brennstoffgichten, welche die Ansätze weglösen oder abwechselnd stärkere und schwächere Erzsätze. Bei kleinluckigem Eisen pflegt die Schlacke eisenreicher, als bei grossluckigem zu sein. Gekrauste Flossen (S. 43), in Stahl übergehend, entstehen gewöhnlich nur bei Versetzungen.

Ordinäres gaares Weisseisen fliesst beim Abstechen mit röthlich weisser Farbe und ohne Funkensprühen in die Coquillen, erstarrt mit ziemlich ebener oft concaver Oberfläche ohne Spiel und Wanzen. Bei Steigerung der Temperatur entstehen die halbirten Eisensorten. Bei übergaarem Gang (S. 203) erfolgt statt ordinären weissen, graues Eisen; Spiegeleisen zeigt auf seinen Flächen Graphitblättchen und geht bei starkem übergaaren Gange ebenfalls in Graueisen über.

Rohgang. B. Rohgang, abnormer, übersetzter Ofengang. Derselbe entsteht, wenn unreducirtes Eisenoxydul in grösserer Menge in die Schlacke gelangt, dieses dann im Herde Sauerstoff an bereits gekohltes Eisen abgiebt und ein unreines, hinsichtlich seines Kohlenstoffgehaltes dem Stahl oder Frischeisen sich näherndes Product (Weisseisen vom Rohgange, grelles, mattes Eisen (S. 45)) sich bildet.

Selten wird ein solcher, wegen Leichtschmelzigkeit der Schlacke weniger Brennmaterial erfordernder Ofengang zur Erzeugung minder guter, aber billiger Producte absichtlich[1]) geführt (englisches Ballasteisen S. 173 und ordinäres englisches Puddelroheisen bei Schlacken mit 2—5 Proc. Eisen), wo man dann drohenden Versetzungen durch Erhöhung der Windtemperatur vorbeugt und der schädlichen Einwirkung der fressenden Schlacke durch starke Kühlung des Gestelles begegnet. Während bei 0.5—0.7 Proc. Eisen in der Schlacke der Ofen noch gaar geht, so erzeugen 2—3 Proc. schon merklichen Rohgang. Bei Darstellung von weissem Puddelroheisen aus Minette (S. 173), in welcher ein Mangangehalt fehlt oder wenigstens unbedeutend ist, lässt man sich etwas Eisen (0.5—0.7 Proc.) verschlacken, um eine leichtschmelzige Beschickung unter Erzeugung schon dunkler Schlacken zu erzielen. Es scheinen bei unregelmässigem Ofengange mehrere Eisensorten[2]) im Herde des Hohofens existiren zu können, welche sich bei ruhigem Stehen nach dem specifischen Gewichte absetzen (Analysen S. 171 $e-g$).

Von der grossen Anzahl von Ursachen[3]) zum Entstehen von Rohgang sind besonders zu erwähnen: Abkühlung im Ofen und besonders im Gestell (zu hoher und feuchter Erzsatz, nasses und aschenreiches Brennmaterial, Platzen einer Wasserkühlvorrichtung u. s. w.), unzweckmässige Beschickung (zu leicht- oder zu strengflüssig, ungleichmässig vorbereitete, zu schwach oder zu stark geröstete, zu reiche oder zu ungleich reducirbare Erze u. s. w.), unpassender Aggregatzustand der Massen (mulmige oder zu kleine vorrollende Erze, zu grosse Stücke, leicht zerdrückbares Brennmaterial u. s. w.), unrichtige Ofendimensionen (zu weites oder zu enges, zu hohes oder zu niedriges Gestell u. s. w.), unrichtige Windverhältnisse hinsichtlich Menge, Pressung und Temperatur, Unaufmerksamkeit beim Betriebe (unregelmässiges Chargiren, nicht rechtzeitiges Ausräumen des Herdes, zu tiefes Niedergehen der Gichten u. s. w.). Ursachen.

Hauptkennzeichen[4]) für Rohgang sind: mattes, streng- und zähflüssiges, unreines, kohlenstoffarmes Weisseisen (S. 45); bei Holzkohlenbetrieb je nach dem Grade des Rohganges aus Hellgrün in Dunkelgrün und Schwarz, bei Cokes aus Hellbraun in Dunkelbraun und Schwarz mit Bleifarbe (ähnlich der Eisenfrischschlacke) übergehende Rohschlacke, welche bis 20 Proc. und mehr Eisenoxydul enthalten kann (S. 173), je nach der Menge des letzteren mehr oder weniger dünnflüssig und fressend, wohl Erz- und Kohlentheilchen einschliessend, mürbe, spröde und häufig blasig (in Oberschlesien[5]) ist die Erscheinung einer rohen Schlacke bei vollkommen gaarem grobkörnigen Eisen die Folge eines nur scheinbaren Rohganges); vor den Formen kochende Bewegung (Schlagen, Bollern) durch Kohlenoxydgasbildung, Neigung zu Ansätzen von Frischeisen oder Beschickung, danach bald hellleuchtend, bald dunkel, zuweilen bedenkliche Versetzungen im Herde (S. 199); Gicht- und Tümpelflamme ändern ihre Farbe (häufig aus Violett in Gelb), sowie Menge und Farbe des Rauches, die Gichtflamme wird anfangs heisser, dann aber ärmer an Kohlenoxyd und weniger nutzbar; Gichtwechsel unregelmässig. Auf verschiedenen Hütten weichen indes diese Merkmale von einander ab. Kennzeichen.

1) B. u. h. Ztg. 1864, S. 198. Kerpely, Fortschr. 3, 109. 2) B. u. h. Ztg. 1874, S. 399. 3) Kraus' Montan-Handbuch d. Oest. Kaiserstaates. Wien. 3, 1. B. u. h. Ztg. 1843, S. 688, 720; 1845, S. 689. 4) B. u. h. Ztg. 1870, S. 339. 5) Dingl. 194, 109.

Gegenmittel. Bei der grossen Anzahl von Ursachen des Rohganges ist die Auswahl der richtigen Gegenmittel oft schwierig. Diese sind gewöhnlich gerichtet auf Erhöhung der Temperatur im Gestell (Steigerung der Windtemperatur, Füttern mit Kohlen, Abbrechen an Satz, Verlangsamung des Gichtenganges durch Schwächung des Windes, Unterlassung des Schöpfens, Aufgeben trockener Materialien u. s. w.); öfteres Ausräumen des Herdes (S. 199) und möglichste Beseitigung der Versetzungen auf mechanischem Wege (mittelst Brechstangen, auch ist ein Schiessen mit Kanonenkugeln[1]) dagegen vorgeschlagen) oder auf chemischem Wege durch Zuschlag von Flussspath u. s. w., Aenderung der Zusammensetzung der Beschickung, Entfernung der ein Kippen, Brückenbildung der Gichten hervorbringenden Ansätze in oberen Ofentheilen (S. 201) u. A.

Unfälle. Als Unfälle beim Hohofenbetrieb, welche eine zeitweilige Störung des Betriebes oder selbst dessen Unterbrechung herbeiführen können, sind zu erwähnen:

a. Hartnäckige Versetzungen bei Rohgang und übergaarem Gang (S. 199).

Dürre[2]) führt als Ursachen dafür an: der Hohofenconstruction nicht entsprechende Zusammensetzung der Beschickung, Schadhaftwerden des Ofengemäuers, unzureichende Gebläseluft, Nachtheile in der äussern Beschaffenheit der Erze und des Brennmaterials.

b. Grössere Beschädigungen des Ofengemäuers (Theile des Schachtes, der Rast, des Herdes, des Bodensteins u. s. w. S. 200) durch Wegschmelzen, durch Eisentheile zerstörende Chloride (S. 95) u. s. w.

c. Naturereignisse, als Ueberschwemmungen[3]), Erdbeben[4]) u. s. w.

d. Explosionen[5]), veranlasst durch Anstauung von Gasen beim Betriebe mit rohen Brennmaterialien, namentlich mit Holz[6]), beim Ableiten der Gichtgase (S. 123), beim Undichtwerden von Wasserkühlungen[7]), namentlich Leckwerden von Wassertümpel und Wasserformen[8]), wenn das Wasser unter die Oberfläche des Eisens gelangt, z. B. an festen Stoffen adhärirend (wie z. B. auch beim Eintauchen einer nassen Brechstange in geschmolzenes Eisen), oder wenn der entwickelte Dampf sich nicht hinreichend ausdehnen kann (wenn geringen Mengen Dampf der Weg durch flüssige Massen versperrt ist oder wenn sich grosse Mengen Dampf plötzlich entwickeln)[9]), oder Ergiessen von flüssigem Roheisen in die Feuchtigkeitscanäle am Sohlstein, durch Eintritt von Gasen aus dem Schmelzraum in die Windleitung nach Abstellung des Gebläses[10]), welchem durch selbstthätigen Verschluss der Düse beim Stillstand des Gebläses entgegen zu wirken ist[11]), durch Hängenbleiben von Gichten und plötzliches Herabfallen derselben in die geschmolzenen Massen u. s. w.

e. Vergiftung von Arbeitern[12]) durch Einathmen der an tödtlich wirkendem Kohlenoxydgas reichen Gichtgase, z. B. beim Ausströmen aus der Gicht oder aus Rissen im Schachte, bei Reparaturen des-

1) B. u. h. Ztg. 1874, S. 330. 2) B. u. h. Ztg. 1870, S. 337. 3) B. u. h. Ztg. 1859, S. 401. 4) B. u. h. Ztg. 1865, S. 159. 5) Deutsch. Engin. 1874, No. 22. 6) Bgwfd. 5, 193. Ann. d. min. 3. sér. 16, 254; 19, 167. Kerpely, Fortschr. 5, 99. 7) Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1868, S. 600. 8) B. u. h. Ztg. 1860, S. 38; 1873, S. 286, 317. 9) B. u. h. Ztg. 1870, S. 145. 10) B. u. h. Ztg. 1849, S. 341; 1860, S. 185; 1869, S. 331. Engin. and Min. J., New-York 1874, Vol. 17, No. 12. 11) B. u. h. Ztg. 1869, S. 427; 1875, S. 18. Kärnthn. Ztschr. 1871, S. 16. Preuss. Ztschr. 22, 269, 272. 12) Percy-Wedding's Eisenh. 2, 389. B. u. h. Ztg. 1866, S 455; 1873, S. 454; 1874, S. 282. Eulenberg, schädliche und giftige Gase 1865, S. 28, 49, 487, 497.

selben, beim Reinigen von Gasleitungsrohren u. s. w. Als Gegenmittel gegen die schädliche Wirkung des Kohlenoxydgases, welches z. B. Ofenreparaturen erschweren kann, ist Hirschhornöl[1]) empfohlen. Salzsaure Dämpfe, aus Kochsalz enthaltenden Cokes (S. 95) entstanden, können die Arbeiter sehr belästigen.

37. Producte vom Hohofenbetrieb. Dieselben, ausser Roheisen theilweise nutzbar, können theils Haupt-, theils Nebenproducte und folgende sein:

Hauptproducte.

A. Hauptproducte in Gestalt von Roheisen, Schlacke und Gichtgasen.

Roheisen.

1. Roheisen ist hinsichtlich seiner Zusammensetzung und Verwendbarkeit (S. 25), der Entstehungsweise bei verschiedenen Beschickungen (S. 166) und Ofengängen (S. 202) im Vorhergehenden bereits näher betrachtet.

Schlacken.

2. Hohofenschlacken.[2]) Dieselben bestehen im Wesentlichen aus Doppelsilicaten von Thonerde und Kalkerde, denen sich häufig Magnesia, Eisen- und Manganoxydul und Alkalien beigesellen, nicht selten auch Schwefelmetalle (Schwefelcalcium, Schwefelmangan) beimengen. Als seltenere Bestandtheile finden sich darin Vanadin-, Titan-, Chrom-, Phosphorsäureverbindungen, Fluoride und Phosphoride, schwefelsaure Baryt- und Kalkerde u. A.

Während die krystallisirten Schlacken chemische Verbindungen sind und sich bestimmte chemische Formeln[3]) dafür aufstellen lassen, so ist dieses mit den amorphen Schlacken nicht immer der Fall und dieselben sind dann als Gemenge von chemisch zusammengesetzten Einzelsilicaten zu betrachten, in denen aber das Verhältniss des Sauerstoffes von Säure und Basen in gewissen Grenzen bleibt (Sub-, Singulo-, Bi- und Trisilicate).

Eigenschaften.

Den Hüttenmann interessiren namentlich folgende Eigenschaften u. s. w. der Schlacken:

Schmelzbarkeit.

a. Schmelzbarkeit, abhängig von dem Silicirungsgrad (Sub-, Singulo-, Bi- und Trisilicat) und der Qualität der vorhandenen Basen (S. 166), von wesentlichem Einfluss auf den Brennmaterialverbrauch und die Eigenschaften des Roheisens und hinsichtlich der Zusammensetzung bei Darstellung verschiedener Eisensorten variirend (S. 166).

Flüssigkeit.

b. Flüssigkeitsgrad und Erstarrbarkeit. Bei höherem Kieselsäuregehalt werden die Schlacken zähflüssiger und erstarren langsamer (Holzkohlenofenschlacken, Tri- und Bisilicate S. 167), ohne jedoch strengflüssiger zu sein, als die dünner fliessenden und rasch erstarrenden Singulo- und Subsilicate (Cokeshohofenschlacken S. 168).

Structur.

c. Structur, amorph und krystallisirt und zwar sind amorphe saure Schlacken bei rascher Abkühlung glasig und spröde (Holzkohlenofenschlacken S. 167), werden aber bei langsamer Abkühlung steinig (in Folge krystallinischer Beschaffenheit), hart und zähe (Gosenschlaken S. 199, Basaltiren 197). Auch beim Glühen werden glasige Schlacken krystallinisch und steinig. Basische Schlacken sind je nach dem Kalkgehalt emailartig, steinig, erdig oder ohne wesent-

1) B. u. h.-Ztg. 1874, S. 282. 2) Kerl, Grundr. d. allg. Hüttenkunde 1873, S. 259. Kerl, metallurg. Hüttenkunde 1, 810. Rammelsberg's chem. Metallurgie 1865, S. 34, 115. Preuss. Ztschr. 22, 292 (Gleiwitz). 3) Neuere Schreibweise der Formeln: B. u. h. Ztg. 1870, S. 191; 1872, S. 201, 207, 253, 313, 352.

lichen Zusammenhang und bei grösserem Schwefelcalciumgehalt rasch zerfallend (S. 168). Schaum- oder Bimssteinschlacken entstehen durch Einwirkung von Wasser auf gaare Schlacken (S. 203), blasige Schlacken bei nicht gehöriger Schmelzbarkeit (S. 203), bei Rohgang (S. 205) u. s. w.; Haarschlacken oder Schlackenwolle (S. 198) durch Einwirkung von Wasserdampf oder Gebläseluft auf flüssige Schlacke.

Zuweilen erzeugen sich krystallinische (blättrige, strahlige, fasrige, körnige) und krystallisirte Schlacken, letztere von der Krystallgestalt und Zusammensetzung natürlicher Silicate, z. B. Singulosilicate als Humboldilith, Drittelsilicate als Gelehnit, Bisilicate als Augit.

Die Entstehung krystallisirter Schlacken[1]) deutet zuweilen auf einen normalen Ofengang (Werfen), häufig entstehen dieselben nur zeitweilig und dann wohl bei Aufnahme eines grösseren Gehaltes an Eisenoxydul. Man findet zuweilen in glasiger Grundmasse Krystalle von derselben Zusammensetzung porphyrartig ausgeschieden, aber strengflüssiger als erstere (Mägdesprung), auch wohl sphärische oder kugelige Theile in einer Grundmasse von abweichender Zusammensetzung (Variolitschlacke).

Farbe.

d. Farbe. Dieselbe variirt ungemein je nach der Abwesenheit oder Anwesenheit eines oder mehrerer färbender Metalloxyde. Bei Gaargang erscheinen saure, glasige Schlacken, z. B. vom Holzkohlenofenbetrieb, mit hellen Farben, meist grau und wohl an den Kanten violett durchscheinend, bei basischen Schlacken mischt sich in helle Töne bei Anwesenheit von Mangan Gelbgrün. Blaue Farben, früher einem Gehalt an Phosphorsäure, Vanadin[2]), Titan oder Molybdän zugeschrieben, erzeugen sich meist bei hoher Temperatur, indem nach Bontemps das Eisenoxyd bei höherer Temperatur Gläser blau, bei niedriger grün färbt. Nach Fournet werden grüne Gläser beim Entglasen blau, wonach auch die Molekularanordnung auf die Farbe influirt. Enthalten Schlacken eine ultramarinähnliche Verbindung, so bleiben sie im Pulver blau, während die übrigen im Strich die blaue Farbe verlieren. (Eine blaue Schlacke von Barrow-Eisenwerken enthielt 46.683 SiO_2, 5.769 Al_2O_3, 1.208 FeO, 1.062 MnO, 39.168 CaO, 0.987 MgO, 1.276 NaO, 0.967 K_2O, 2.074 S). Rohe, eisenoxydulreiche Schlacken erscheinen bei grösserem Kieselsäuregehalt (Holzkohlenofenschlacken) grün bis schwarz, basische (Cokeshohofenschlacken) braun bis schwarz (S. 205). Selten zeigen die Schlacken bunte Anlauffarben (Mägdesprung).

Die beim langsamen Abkühlen krystallinisch, steinig werdenden glasigen Schlacken ändern dabei auch ihre Farbe; Blau geht in Grau, Braun in Gelb, Grün und Blaugrün über.

Härte. Spec. Gew.

e. Härte und specifisches Gewicht. Durch Tempern der Schlacken (S. 197) vermehrt sich deren Härte; das specifische Gewicht wächst mit dem Gehalt an schweren Metalloxyden und bei nur erdigen Schlacken mit der Schnelligkeit der Abkühlung und Zunahme an Basen.

Ulrich[3]) fand die specifischen Gewichte für nur Erdbasen enthaltende Singulosilicate zu 4.2—3.6, Bisilicate zu 3—3.5 und Trisilicate zu 2.94—2.57.

---

1) B. u. h. Ztg. 1864, S. 236. 2) Kerpely, Fortschr. 6, 134. 3) B. u. h. Ztg. 1859, S. 45.

Kerpely[1]) hat das innige Verhältniss nachgewiesen, welches zwischen chemischer Constitution und specifischem Gewicht von Schlacke und Roheisen besteht.

Zersetzbarkeit.

f. Zersetzbarkeit. Zunehmender Basengehalt begünstigt die Zersetzbarkeit der Schlacken durch Säuren und die mit letzteren gelatinirenden sind besonderer Anwendungen, z. B. für Mörtelbereitung, in der Agricultur u. s. w. fähig (S. 198). Kalkreiche, namentlich Schwefelcalcium enthaltende Schlacken zerfallen in kurzer Zeit an der Luft (S. 168).

Benutzung.

g. Anwendung.[2]) Während in früherer Zeit die Bergung der erfolgenden Schlacken oft grosse Kosten und Schwierigkeit verursachte, so ist man neuerdings mit Erfolg bemüht, die Schlacken für die verschiedensten Zwecke zu benutzen (S. 195, 197).

Eisenverlust.

h. Eisenverlust[3]) in den Schlacken. Dieser ist theils ein mechanischer und durch Gewinnung von Wascheisen (S. 196) aus den zerkleinten Schlacken zu verringernder, theils ein chemischer durch Eisenverschlackung.

Letzterer beträgt im günstigsten Falle 1.5—2 Proc., mit dem unvermeidlichen mechanischen Verlust etwa bis 4 Proc. (auf 100 Gewichtstheile Erz bezogen), wächst aber, wenn absichtlich zur Erzielung leichtschmelziger Beschickung (S. 173) oder bei Rohgang (S. 205) Eisen in grösserer Menge in die Schlacke geht.

Gichtgase.

3. Gichtgase.[4]) Von der Entstehung (S. 188), Zusammensetzung (S. 97, 192), Ableitung (S. 116), Reinigung (S. 123), Färbung (S. 192), Spannung (S. 192), Temperatur (S. 192), dem Wärmeverlust (S. 195) durch dieselben und die Anwendung (S. 117) der Gichtgase war bereits die Rede, sowie auch von ihrer Beschaffenheit als Mittel zur Beurtheilung des Ofenganges (S. 203).

Es sollen im Folgenden nur noch einige Analysen von solchen Gasen mitgetheilt werden:

	Volum			Gewicht		
	Holzkohle	Cokes	Steinkohle	Holzkohle	Cokes	Steinkohle
Stickstoff	62.0	63.7	50.9	61.5	64.4	56.3
Kohlenoxyd	25.1	34.3	19.3	24.9	34.6	21.5
Kohlensäure	8.5	0.6	9.1	12.6	0.9	15.2
Wasserstoff	3.2	1.4	12.4	0.2	0.1	1.0
Grubengas	1.2	—	6.6	0.6	—	4.2
Oelbildendes Gas	—	—	1.6	0.2	—	1.8
Cyan	—	—	Spr.	—	—	—

Nebenproducte.

B. Nebenproducte. Dieselben finden sich theils als Ansätze oder Absätze im Ofen oder entweichen mit den Gichtgasen und können sein:

1) B. u. h. Ztg. 1864, S. 145. 2) Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 12, 31, 37. B. u. h. Ztg. 1872, S. 333; 1874, S. 261. Journ. of the Iron and Steel Inst. 1873, Vol. 1, No. 1. 3) Allg. B. u. h. Ztg. 1863, S. 151, 156. B. u. h. Ztg. 1864, S. 198. Kerl, Met. 3, 174, 296, 340. 4) Grundr. d. allgem. Hüttenkunde 1872, S. 96. B. u. h. Ztg. 1868, S. 177; 1869, S. 150. Muspratt, techn. Chem. 3. Aufl. 2, 618. Orsat's Analysirmethode in Engin. and Min.-Journ., New-York 1874, Vol. 18, No. 3. Preuss. Ztschr. 22, 263 (Gleiwitz).

Gichtrauch. 1. Gichtrauch, Gichtsand[1]), gelblich weisser Absatz am Gichtdeckel, in den Gasleitungen, im Winderhitzungsapparat, am Dampfkessel u. s. w.

Derselbe besteht theils aus abgeriebenen Theilen von Schmelzmaterialien, von den aufsteigenden Gasen mechanisch mit fortgerissen, theils aus im Ofen gebildeten flüchtigen Substanzen (Chloralkalien, Salzsäure, Eisenchlorid, S. 210), kohlensauren Alkalien, Zinkoxyd, Kieselsäure — aus Fluor-, Chlor-, Schwefel- oder Stickstoffsilicium unter Einfluss von Wasserdämpfen gebildet — Bleisalzen, Jod-[2]) und Thalliumverbindungen u. s. w. Der Kalkerdegehalt des Rauches wird am weitesten mit fortgetragen.[3]) Zuweilen nutzbar wegen Zinkgehaltes (Oberschlesien, Moresneterz[4]), Pensylvanisches Franklinitschmelzen[5])); für Jodgewinnung empfohlen.

	C	SiO_2	Al_2O_3	CaO	$CaSO_4$	K_2O	NaCl	ZnO	Fe_2O_3	Mn_2O_3	FeO	MgO	NaO	SO_3	PO_5
a.	16.14	18.86	13.87	11.01	13.61	2.13	0.60	10.31	9.01	2.56	1.25	1.25	—	—	—
b.	—	35.88	4.94	16.64	PbO	12.42	—	2.23	3.46	2.40	—	1.97	0.42	20.89	0.10
c.	—	21.53	2.46	6.14	1.33	10.90	—	22.93	10.14	8.23	—	0.40	2.20	—	—

a. Ormesby. b. Rothehütte (Oberharz). c. Heinrichshütte (Lobenstein).

Ofenbrüche. 2. Ofenbrüche[6]), derb, krystallinisch und krystallisirt, sowohl oberhalb als unterhalb des Schmelzraumes, durch Sublimation oder Infiltration heissflüssiger Massen ins Gemäuer, oder auf beiderlei Weise entstanden, oder aus übersättigten flüssigen Verbindungen beim Erkalten ausgeschieden.

Als solche Ofenbrüche (Ansätze, Ausscheidungen u. s. w.) kommen unter Anderem vor:

a. Metalloide: Graphit, Haarkohle, Schwefel.

b. Metalle: Blei (Ofenblei), zuweilen unter dem Roheisen oder unter dem Bodenstein abgeleitet (S. 107, 191, 199) und häufig silberreich (Oberschlesien, Ichenberg bei Eschweiler, Stolberg bei Aachen); geschmeidiges Eisen im Gestell; Zink in der Füllung.

c. Legirungen: Eisenblei in Ofensauen.

d. Schwefelmetalle: Schwefelzink und Schwefelmangan in Gestellmassen.

e. Oxyde: Zinkoxyd, krystallisirt und derb als Gichtschwämme[7]) (derb mit bis 95, krystallisirt mit bis 99 Proc. Zinkoxyd) in oberen Ofentheilen, öfters zur Zinkgewinnung benutzt (Oberschlesien, Ichenberg, Pensylvanien); Magneteisen, Eisenglanz, Mennige und Rutil im Gestell.

f. Säuren: Kieselsäure (Eisenasbest, Eisenamyanth) in concentrisch fasrigen Absonderungen im Sohlstein, in Höhlungen der Gestellmasse und in Eisensauen.

g. Sauerstoffsalze: kohlensaure Alkalien (Kali, Natron, Lithion)[8]), kohlensaures und phosphorsaures Bleioxyd, Feldspath, Mangankiesel, Olivin u. s. w.

h. Haloidsalze: Chloralkalien, Cyankalium, Cyanstickstofftitan in rothen Würfeln ($Ti_5CN_4 = Ti_5N_3 . CN$). Chloralkalien (Chlornatrium ist flüchtiger als Chlorkalium) können nach Meineke[9]) durch Bildung von Eisenchlorid eiserne Ofentheile, z. B. Blechmäntel, Consolen u. s. w. zerstören und ihren Ursprung aus Cokes haben, welche mit kochsalzhaltigem Wasser abgelöscht sind.

Betriebsbeispiele. **38. Betriebsdaten.** Die Betriebsverhältnisse einiger Eisenhütten ergeben sich beispielsweise aus der Zusammenstellung S. 212—215.

Sonstige Beispiele[10]) weisen die folgenden Citate nach:

---

1) Aeltere Analysen: Kerl, Met. 1, 807. Neuere Analysen: B. u. h. Ztg. 1863, S. 439; 1865, S. 419; 1866, S. 239, 324; 1868, S. 284. Rev. univers. 1862, p. 213. Kerpely, Fortschr. 2, 111; 5, 137. Preuss. Ztschr. 19, 74; 22, 266 (Gleiwitz). 2) Erdmann's J. 104, 186. B. u. h. Ztg. 1868, S. 314. 3) Kerpely, Fortschr. 2, 111. 4) Ann. d. min. 1874, T. 6, p. 222. 5) B. u. h. Ztg. 1870, S. 82. 6) Kerl, Met. 1, 788. Kerl, Grundr. d. allgem. Hüttenkunde 1872, S. 250, 254. 7) Kerl, Met. 1, 789. B. u. h. Ztg. 1865, S. 195; 1870, S. 82; 1871, S. 291. Berggeist 1863, S. 247. Preuss. Ztschr. 22, 293 (Gleiwitz, das. S. 294 auch Bleigewinnung). 8) Kerpely, Fortschr. 3, 88. 9) B. u. h. Ztg. 1875, S. 47. 10) Preuss. Ztschr. 19, 76, 82. Percy-Wedding's Eisenhüttenkunde 2, 804. B. u. h. Ztg. 1872, S. 336; 1873, S. 379. Kerl, Handb. d. Eisenhüttenkunde 1864, S. 324. Jordan, Album du Cours de Métallurgie 1874, Taf. 14—25. — Akerman's Wien. Ausst.-Ber., Stockholm 1874 (Schwedisch).

Rheinland-Westphalen: B. u. h. Ztg. 1872, S. 108, 336. Berggeist 1868, S. 50. Steele: Kerpely, Fortschr. 6, 140. Phönix: B. u. h. Ztg. 1864, S. 143; Kerpely, Ausst.-Ber. S. 103. Siegen: B. u. h. Ztg. 1866, S. 303; 1867, S. 295; 1870, S. 408. Oest. Ber. über die Pariser Ausst. 1867, Bergbau und Hüttenwesen, Wien 1868, S. 58. Dingl. J. 205, 220. Hupfeld-Scherming, Hohofenanlage zu Kreuzthal 1871. Kerpely, Ausst.-Ber. S. 228. v. Born'sche Hütte bei Dortmund: Kerpely, Fortschr. 6, 141. Neusser Hütte: Kerpely, Fortschr. 88, 134. Kerpely, Ausst.-Ber. S. 33. Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 18, 614. Neuschottland: Kärnthn. Ztschr. 1873, S. 251. Neue Hoffnungshütte bei Herborn: Kerpely, Ausst.-Ber. S. 108. Vulkanhütte bei Duisburg: Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 18, 707.

Oberschlesien: Berggeist 1869, S. 91. B. u. h. Ztg. 1860, S. 389; 1868, S. 44. Kerpely, Fortschr. 5, 142; 6, 134, 137; ders. Ausst.-Ber. S. 96. Preuss. Ztschr. 22, 253 (Gleiwitz).

Baiern: Kerpely, Ausst.-Ber. S. 111.

Hannover, Braunschweig, Sachsen. Georg Marienhütte: Funk, in Ztschr. des Hannov. Archit.- u. Ingen.-Ver. 1871, Hft. 3 u. 4. B. u. h. Ztg. 1872, S. 167; 1873, S. 116. Beschreibung der Verhältnisse und Einrichtungen der Georg Marienhütte. Hannover 1873. Kerpely, Ausst.-Ber. S. 41. Ilseder Hütte: B. u. h. Ztg. 1872, S. 168, 337. Kerpely, Ausst.-Ber. S. 40. Neustadt am Rübenberge: B. u. h. Ztg. 1873, S. 116. Oberharz (Rothehütte): Preuss. Ztschr. 19, 68. B. u. h. Ztg. 1865, S. 207. Mathildenhütte bei Harzburg: Kerpely, Fortschr. 6, 139. Berggeist 1869, S. 28. Königin Marienhütte: Oest. Ztschr. 1868, No. 43.

Thüringen, und zwar Neuehütte bei Schmalkalden: Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 18, 712.

Elsass-Lothringen: Mosler's Catalog von der Wien. Weltausstellung. Strassburg, Wolff. 1873.

Steyermark und Kärnthen: B. u. h. Ztg. 1869, S. 149; 1868, S. 407. Kerpely, Ausst.-Ber. 5, 57. Kerpely, Fortschr. 1864, S. 125. Schauenstein, Denkbuch des österr. Berg- u. Hüttenwesens, Wien 1873, S. 188 (auch Mähren, Galizien, Schlesien). Preuss. Ztschr. 18, 232. Seeland u. Brunner, Producte des Bergbau- u. Hüttenwesens auf der Grazer Ausstellung, Wien 1872.

Ungarn: Kerpely, Eisenhüttenwesen in Ungarn 1872. Preuss. Ztschr. 18, 232. Kerpely, Ausst.-Ber. S. 82. Kärnthn. Ztschr. 1875, No. 1 (Gömörs).

Böhmen: B. u. h. Ztg. 1868, S. 243 (Kladno); 1871, S. 37 u. 1873, S. 28 (Horovitz); Schauenstein c. l. Oest. Ztschr. 1870, No. 23; 1872, No. 10

Mähren und Schlesien: Oest. Jahrb. 18, 178. B. u. h. Ztg. 1869, S. 415. Kerpely, Ausst.-Ber. S. 78, 82.

Siebenbürgen: Oest. Ztschr. 1865, No. 31.

Banat: B. u. h. Ztg. 1864, S. 385; 1865, S. 379, 399; 1871, S. 281. Kerpely, Ausst.-Ber. S. 87.

Bukowina: Ausst.-Catalog des k. k. österr. Ackerbauministeriums (Wien. Ausst.), Wien 1873, S. 95. Denkbuch des österr. Berg- u. Hüttenwesens 1873, S. 251. Bericht über die Thätigkeit des k. k. Ackerbauministeriums u. s. w. Wien 1874. Faesy u. Frick, Thl. 2, S. 184.

England und Schottland: B. u. h. Ztg. 1862, S. 42; 1866, S. 127; 1867, S. 204; 1868, S. 50; 1872, S. 171; 1873, S. 184, 362; 1874, S. 110. Oest. Jahrb. 1865, S. 102. Preuss. Ztschr. 11, 319; 14, 302. Ann. d. min. 1872, No. 4, p. 1. Stummer's Ingen. 1875, No. 61, p. 161 (Cleveland). Petzold, Erzeugung von Eisen- und Stahlschienen. Braunschweig 1874, S. 10 (Südwales). Kerpely, Fortschr. 5, 142. Journ. of the Iron and Steel Institute. The American Chemist 1871 Jan. (Potter). Truran, the Iron Manufacture of Great Britain. London 1862. Kohn, Iron and Steel Manufacture etc. London 1869. Bauermann, treatise on the metallurgy of iron. 3. edit. 1873. M. L. Gruner, Analyt. Studien über den Hohofen. Deutsch v. J. H. C. Steffen. Wiesbaden 1875.

Frankreich: B. u. h. Ztg. 1867, S. 198, 245, 315, 329; 1870, S. 175; 1872, S. 81, 171. Preuss. Ztschr. 19, 88. Kärnthn. Ztschr. 1873, S. 253. Kerpely, Fortschr. 7, 153. Jordan, Revue de l'industrie du fer en 1867. Paris, Noblet 1868. Gruner c. l.

Portugal: Mineralindustrie, Wien. Ausst., Rev. univers. 1874, T. 36, p. 424.

14*

Hütten	Eisenerze	Ofendimensionen: Höhe des Ofens m.	Ofendimensionen: Höhe des Kohlensacks m.	Ofendimensionen: Durchmesser der Gicht m.	Ofendimensionen: Durchmesser des Kohlensacks m.	Ofendimensionen: Durchmesser des Gestelles m.	Formen: Zahl	Formen: Durchmesser cm.
A. Holzkohlenhohofenbetrieb.								
Sisertski (Ural)	Brauneisenst. und Magn.	13.14	4.21	2.31	3.92	1.43	1	12.4
Schweden	Magn. und Eisenglanz	9—16	—	1.5—1.9	2—2.9	0.8—1	2—4	4.7—6.0 b. 2 Formen
Friedau (Steyermark) . .	Spatheisenst.	13.27	—	0.79	2.26	1.89	—	—
Neuberg (Steyermark) .	Spatheisenst.	13.90	4.58	1.26	2.68	—	3	7.0
Lölling (Albertofen) . .	Spatheisenst.	12.17	4.37	1.10	2.85	1.10	3	—
Wasseralfingen (Würtemb.)	Brauneisenst., Bohnerz	9.60	3.49	1.43	2.86	—	2	5
Lauchhammer (Sachsen) .	Brauneisenst., Rasenerz	10.67	2.51	1.19	2.51	—	2	4.5
Rothehütte (Oberharz) .	Roth- und Brauneisenst.	12.85	3.35	1.75	2.33	—	2	4.9
Ilsenburg (Unterharz) . .	Magnet-, Roth- u. Brauneisenst.	11.92	2.11	1.29	2.43	—	2	5.8
Schweden, Durchschn. 1873	—	—	—	—	—	—	—	—
Blansko (Mähren) . . .	Brauneisenst.	14.22	3.47	1.58	3.16	—	2	6.2
Finbo (Schweden) . . .	—	11.87	—	1.39	2.37	0.94	—	—
B. Cokeshohofenbetrieb.								
Luxemburg	Minette	20	—	4	7	2.15	4	—
Creusot (Frankreich) . .	—	16.8	—	3.00	5.00	1.40	3	—
Ormesby (England) . .	Clevelanderze	32.20	—	—	7.01	—	—	—
Ilsede (Hannover) . . .	Brauneisenst., kalk. u. thon.	16.22	—	4.37	5.26	1.9	6	—
Schwechat bei Wien . .	Spatheisenst.	19	—	3.77	5.74	2.26	—	—
Prevali in Kärnthen . .	Spatheisenst.	16.96	5.59	2.88	4.68	1.93	6	—
Gleiwitz in Oberschlesien (Büttgenbach's Construct.)	Braun- u. Spatheisenstein, Schweissofenschlacke	14.44	5.96	3.92	5.34	2.56	8	7.5
Hörder Ofen No. 6 (Westph.)	Roth-, Braun- u. Spatheisenst.	15.5	7.50	3.3	5.02	—	6	5.8
Desgleichen	—	17.5	—	4.7	5.7	1.9	—	—
Rothehütte (Oberharz) . .	Roth- und Brauneisenst.	12.85	4.53	1.75	2.63	—	2	4.3
Georg Marienh. (Hannov.)	Braun- und Spatheisenst. der Zechsteinform.	17.2	—	5	5.3	1·8	3	—
do. do.	do.	17.2	—	5	5.3	2.2	—	—
Bochumer Verein b. Bochum	Erze aus Siegen, Nassau, Westphalen	22	—	4.7	5.8	2.3	6	—
Mühlheim a. Ruhr . . .	Desgl.	18.8	—	2.8	4.7	1.9	8	—
Burbacher Hütte b. Saarbr.	Minette und etwas Brauneisenerz	16	—	3.8	5	1.2	3	—
Halberger Hütte b. Saarbr.	Minette, wenig Braun- und Thoneisenstein	15.7	—	2.7	4.08	0.94	3	—
Wasseralfingen (Würtemb.)	Brauneisenst. u. Bohnerze des Jura	14.3	—	1.9	3.7	0.9	3	—
Unterwellenborn (Thüring.)	Spath- und Brauneisenst.	18.5	—	3	5.5	1.9	4	—

Wind			Gichtengrösse								
Pressung											
cm.	kg. pro qcm.	Grad C.	Holzkohlen kg.	Cokes kg.	Holz	Beschickung kg.	Satz pro 1 kg Brennmaterial kg.	Eisengehalt der Beschickung Proc.	Production in 24 St. kg.	Brennmaterial auf 100 kg. Roheisen kg.	Roheisen-qualität.
9.6	—	15	—	—	—	—	—	51—56	15970	92—100	Grau
3.6—6.0	—	15—400	0.99—1.65 cbm.	—	—	260—450 auf 1 cbm. Kohle	—	40—50	4350—20000	75—85	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	23345	--	Grau
5	—	160	60	—	—	125	2.1	40	7500	120	Tiefgaar
4.8	—	168	—	—	—	—	—	50.99	18760	0.526 cbm.	Halbirt
5	—	180	155	—	—	465	3	29.3	5000	114	Halbirt
9	—	160	115	—	—	330	2.9	32.5	4500	108	Grau
2	—	300	125	—	—	488	3.9	30.3	4350	86	Tiefgaar Grau
4	—	200	100	—	—	312	3.1	30.62	4300	107	Grau
3.3	—	—	195	—	—	—	—	44.12	3740—11320	7.25 hl.	—
3.3	—	120	115	—	—	440	3.8	25	4300	104	Grau
—	—	—	—	—	—	—	—	—	3480	—	—
450—500 cbm. pro Min.		550—600°	—	3200	—	9300	—	30—31	108700	105—110	Weiss
—	—	—	—	—	—	—	—	—	25375	—	—
—	—	780	—	—	—	—	—	—	64000	98.7	Halbirt
—	—	300	—	—	—	—	—	—	60000—85000	110.5	Puddeleisen
—	—	400	—	—	—	—	—	—	50000	125	—
14.8	—	390	—	—	—	—	—	46.85	34800	148.5	Weiss
11—12	—	320—350	—	—	—	—	—	33.3	50500	98.36 Cok. 26.57 Cind.	Weissstrahl
13.5	—	280	—	1800	—	2750	2.11	32	23000	148	Tiefgrau
—	—	—	—	—	—	—	—	—	45000	180	Bessemerroheisen
12	—	200	—	300	—	630	2.1	26	3500	184	Grau
—	—	—	—	—	—	—	—	—	35000	190	Bessemerroheisen
—	—	—	—	—	—	—	—	—	45000—50000	170	Puddeleisen
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Bessemerroheisen
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	"
—	—	—	—	—	—	—	—	—	55000—65000	115	Puddeleisen
—	—	—	—	—	—	—	—	—	12500—15000	170	Giessereiroheisen
—	—	—	—	—	—	—	—	—	9000	175	desgl.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	30000—50000	140	Spiegeleisen

Hütten	Eisenerze	Ofendimensionen					Formen	
		Höhe		Durchmesser				
		des Ofens m.	des Kohlensacks m.	der Gicht m.	des Kohlensacks m.	des Gestelles m.	Zahl	Durchmesser cm.
Metz & Co. bei Saarbrücken	Minette	17.5	—	4.8	5.8	1.75	3	—
„ zu Dommeldingen	Minette	14	—	4	5	1.8	3	—
Lothring. Eisenw. b. Ars s. M.	Minette, Braun- u. Thoneisenerz	15	—	4.4	5.4	1.4	4	—
Seraing (Belgien) . . .	Erze von Algier u. Spanien	20	—	4	5.2	1.8	4	—
Pont-à-Mousson (Frankr.)	—	16.4	—	3.4	4.1	1.4	3	—
C. Steinkohlenofenbetrieb.								
Schottland	Kohleneisenst.	12—20	—	2.5—3.5	4—4.6	1.8—2.4	—	—
Dowlais (Südwales) . .	Thon- und Kohleneisenst.	13.72—19.81	—	2.29—3.20	4.11—6.10	2.29—3.05	4—6	—
D. Anthracitofenbetrieb.								
Istalifera (Südwales) . .	Thon- und Kohleneisenst.	7.85—12.55	—	—	—	—	—	—
Pensylvan. (Nordamerika)	—	12.55—22 60	—	3.13	5.65	bis 3.45	—	—
E. Holzofenbetrieb.								
Rhonitz (Ungarn) . . .	Spath- und Brauneisenst., Frischschlacke	7.59	—	1.90	3.79	—	4	—

Belgien: Illustr. Gewerbe-Ztg. 1874, No. 9. B. u. h. Ztg. 1872, S. 171. Frantz, Oberschles. Ztschr. 1873, No. 8. Deby, Geschichte der Belg. Eisenindustrie in Frantz's Oberschles. Ztschr. 1873, No. 8.

Schweden: Tunner, Eisenhüttenwesen in Schweden 1858. Åkerman, Standpunkt der Eisenfabrication in Schweden in 1873. Stockholm, Beckman 1873. Kerpely, Fortschr. 3, 82. Ders. Ausst.-Ber. S. 119, 123. B. u. h. Ztg. 1871, S. 43, 120; 1872, S. 371; 1873, S. 135. Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 18, 29. Oest. Jahrb. 1865, Bd. 15. O. Blanck, die Skandinavische Industrie-Ausstellung. Stockholm und Leipzig 1866, S. 7. — Eisenwerk Ferna 1873. Stockholm, Norman 1873.

Norwegen: Preuss. Ztschr. 14, 89. Dingl. 191, 220. B. u. h. Ztg. 1868, S. 176.

Russland: Tunner, Montanindustrie Russlands 1871, S. 103, 118. B. u. h. Ztg. 1866, S. 331. Preuss. Ztschr. 22, 196 (Raschetteöfen am Ural). — Mineralindustrie, Wien. Ausst., Rev. univers. 1874, T. 36, p. 393.

Nordamerika: B. u. h. Ztg. 1869, S. 16, 248; 1870, S. 25, 81; 1871, S. 292; 1872, S. 269; 1873, S. 207; 1874, S. 99; 1875, S. 30. Engineering and Min. Journ, New-York, Vol. 19, No. 2, S. 20.

Wind			Gichtengrösse								
Pressung											
cm.	kg. pro qcm.	Grad C.	Holzkohlen kg.	Cokes kg.	Holz	Beschickung kg.	Satz pro 1 kg. Brennmaterial kg.	Eisengehalt der Beschickung Proc.	Production in 24 St. kg.	Brennmaterial auf 100 kg. Roheisen kg.	Roheisen-qualität
—	—	—	—	—	—	—	—	—	70000—80000	105	Puddeleisen
—	—	—	—	—	—	—	—	—	65000—75000	110	desgl.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	desgl.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Bessemerroheisen
—	—	—	—	—	—	—	—	—	15000	160	Giessereiroheisen
—	0.16—0.20	400—700	—	—	—	—	—	—	—	220—400	—
14—22	—	315—800	—	—	—	—	—	—	30000—55800	116—135	Grau
—	0.29—0.44	400	—	—	—	—	—	—	—	250	—
—	0.44—0.51	300—600	—	—	—	—	—	—	—	205	—
—	—	200—230	—	—	3.15—3.50 cbm.	—	—	28	—	2.50 cbm.	—

II. Abtheilung.

Giesserei und Förmerei.

39. Zweck. Dieser Industriezweig[1]) bezweckt die Nachbildung und Vervielfältigung von Gegenständen durch Eingiessen von flüssigem Roheisen in nach deren Gestalt hergestellten hohlen Räumen (Formen). Zweck.

Roheisen eignet sich in gewissen Modificationen vorzüglich zur Giesserei wegen Billigkeit, Schwerschmelzigkeit, Festigkeit, scharfes Ausfüllen der Formen

1) Dürre, Handb. d. Eisengiessereibetriebes, 2 Bde., Leipzig 1868—1875. — Kerl, Met. Hüttenkunde 3, 343. — Wiebe, Maschinen zur Bearbeitung der Baumaterialien 1858. Karmarsch, mechan. Technologie 5. Aufl. 1875, Bd. 1, S. 77. Schott, Wien. Ausst.-Ber. Leipzig 1873. Ders., Kunstgiesserei in Eisen. Braunschweig 1872. — Ders., Bau- und Ornamentenguss in B. u. h. Ztg. 1874, S. 9. Kerpely, Ausst.-Ber. 1873, S. 188. Guettier, traité de la fonderie. 2. Edit. 1858. Paris, Lacroix. — Clerveaux, metallurgie et économie industrielle. Versailles 1870. Mallet, Practical Mechanics Journ. 3. ser. Vol. 2. Exner, über Giesserei-Arbeitsbegriff in Dingl. 215, 171. Hoyer, mechan. Technologie. Wiesbaden 1875.

und hinreichende Weichheit zur mechanischen Bearbeitung. Als Grund für das scharfe Ausfüllen der Form nimmt man gewöhnlich eine Ausdehnung des Roheisens beim Erstarren an (S. 34), was aber Mallet[1]) bestreitet. Nach demselben hängt die Vollkommenheit der Güsse ab von mechanischen, chemischen und Molekularverhältnissen des Metalles, der Beschaffenheit der Giessform und dem Verhältniss beider zu einander.

Guss aus Hohofen od. Cupoloofen. Man verwendet entweder gleich das flüssige Roheisen aus dem Hohofen oder schmilzt dasselbe, in Gestalt von Gänzen, Würfeleisen u. s. w., nochmals um.[2])

Das Umschmelzen des Roheisens kann folgende Vortheile[3]) gewähren: Zulässige Gattirung verschiedener Eisensorten je nach dem vorliegenden Zwecke; Guss grosser Stücke, für welche der Hohofenherd nicht hinreichend Eisen hält; möglicher Betrieb der Giesserei während des Kaltliegens des Hohofens, sowie Betrieb der Giesserei an für den Absatz der Waaren günstigen, für Hohofenbetrieb aber ungünstig gelegenen Orten; Erhöhung der Festigkeit[4]) mancher Roheisensorten, namentlich der an Graphit und Silicium reichen Sorten No. 1 und 2 (S. 26), in Folge Oxydation der schädlichen Bestandtheile (Graphit, Silicium, Aluminium, Calcium u. s. w.), Ueberführung des Graphits in chemisch gebundenen Kohlenstoff nach Entfernung des Siliciums, andere Gruppirung der Atome u. A. Weniger günstig wirkt das Umschmelzen auf alle Roheisensorten mit mässigem Graphitgehalt, z. B. fast alles Holzkohlenroheisen und Cokesroheisen No. 3 (S. 26), indem dieselben wenigstens ohne Cokeszusatz leicht weiss werden. Bei solchen Roheisensorten empfiehlt sich der directe Guss aus dem Hohofen, wenn eine stets gleichbleibende Beschaffenheit des Roheisens verlangt wird, indem sich, wie Ledebur's Versuche[5]) ergeben haben, eine allen Ansprüchen genügende Festigkeit der Waare erzielen lässt, ohne die Kosten und Verluste des Umschmelzens zu haben.

Giesserei-anlagen. Die Gusswaarenfabrikation erfordert eine unter Anderem von Dürre (c. l.), Kerpely[6]) und Ledebur[7]) näher erörterte verschiedene Einrichtung, je nachdem Hohofenwerke nur für den eigenen Bedarf oder für den Handel arbeiten oder ausschliesslicher Umschmelzbetrieb stattfindet.

1. Abschnitt.

Umschmelzen des Roheisens.

Einflüsse darauf. **40. Wahl der Roheisensorten.**[8]) Auf dieselbe sind von wesentlichem Einfluss:

1. Die Eigenschaften, welche die Gusswaare erhalten muss. In den meisten Fällen verlangt man ein weiches, leicht zu bearbeitendes, dabei festes, zähes, hinreichend dünnflüssiges, nicht zu stark schwindendes, homogenes, also nicht poröses, von Ausscheidungen (Gaarschaum) freies Gusseisen.

---

1) Polyt. Centr. 1874, S. 1458. 2) B. u. h. Ztg. 1874, S. 17. 3) Kerpely, Fortschr. 2, 152; 3, 120; 3, 123; 5, 145. 4) B. u. h. Ztg. 1846, No. 39; 1847, S. 359; 1874, S. 18, 357. 5) B. u. h. Ztg. 1874, S. 17. 6) B. u. h. Ztg. 1870, S. 165. Kerpely, Anlage und Einrichtung der Eisenhütten, Leipzig 1873 u. f.. 7) B. u. h. Ztg. 1871, S. 197. 8) B. u. h. Ztg. 1865, S. 24; 1870, S. 242; 1871, S. 385; 1875, S. 106. Ledebur, das Roheisen in seiner Verwendung zur Giesserei, Leipzig 1872. Kerpely, Fortschr. 2, 145; 3, 118, 126. Schott, die Kunstgiesserei in Eisen 1873, S. 8. Gusseisen, Stabeisen und Stahl zu Maschinenbau B. u. h. Ztg. 1870, S. 242.

Diesen Anforderungen entspricht **hellgraues** oder **schwach halbirtes Roheisen** (S. 31) von mittlerem Gehalt an Graphit und geringem Gehalt an gebundener Kohle, möglichst frei von Silicium (S. 16), Schwefel (S. 10) und Phosphor (S. 12). Ein reichlicher Graphitgehalt erzeugt lockeres Gefüge und rauhe Oberfläche (deshalb Umschmelzen und Zusammenschmelzen der, auch viel Silicium und häufig Schwefel enthaltenden graphitreichen, grobkörnigen Cokesroheisensorten No. 1 und auch No. 2 (S. 26) mit kohlenstoffärmeren, reineren Sorten, namentlich mit Holzkohlenroheisen oder bereits umgeschmolzenem Brucheisen). Weisses Roheisen ist dickflüssig (ausser Spiegeleisen), hart und schwindet stark (S. 39), während graue Sorten um so weniger schwinden, je graphitreicher sie sind (am wenigsten die grobkörnigen, silicium- und graphitreichen schottischen Roheisenmarken). Schwefel in grösserer Menge macht das Eisen dickflüssig, weiss und blasig (geringe Mengen können die Festigkeit erhöhen (S. 11), Phosphor macht Eisen zwar leicht- und dünnflüssig, was in manchen Fällen (z. B. beim Kunst- und Poterieguss) erwünscht ist (S. 12), aber zugleich spröde, zu Spannungen und zum Weisswerden geneigt. Festigkeit[1]) wird erzielt durch wiederholtes Umschmelzen (S. 216), mehrstündiges Stehenlassen[2]) der flüssigen Eisenmasse, oder Umrühren mit einem Eisenstab (auch noch in den Formen), Zusatz von Schmiedeeisen[3]) zu gutem grauen Roheisen, kalter Wind, Zusammenmischen von grauem Roheisen mit 10—30 Proc. Bessemermetall[4]), oxydirend wirkende Zuschläge[5]), Giessen unter Druck[6]) u. A. Für Hart- und Walzenguss[7]) eignet sich ein zum Weisswerden geneigtes, aber grosse Homogenität gebendes stark halbirtes Eisen, namentlich bei Coquillenguss. Beim Zusammenschmelzen mehrerer Eisensorten entsteht nicht immer ein homogenes Gemisch, wenn dieselben von zu abweichender Beschaffenheit sind, z. B. schottisches Roheisen und Weissstrahl.[8]) Ersteres, ein sehr unreines Material, oft mit 1—2 Proc. Phosphor, giebt für viele Giessereizwecke ein passendes Zusatzmaterial, ohne sonst wie direct anwendbar zu sein (S. 27).

2. **Der Apparat zum Umschmelzen.**[9]) Derselbe (**Tiegelofen, Schachtofen, Flammofen**) hat wesentlichen Einfluss auf Veränderungen der Eigenschaften des Roheisens beim Umschmelzen. Während sich das in **Tiegeln** gegen den Luftzutritt geschützte Eisen im Kohlenstoffgehalt nicht merklich verändert (Roheisen No. 2 mit 3.93 Proc. Kohlenstoff zeigte nach **Crossley**[10]) nach 3maligem Umschmelzen 3.95 Proc. Kohlenstoff, aber leicht halbirte Textur wie Qualität No. 5), so findet in **Schachtöfen** (**Cupoloöfen**) eine theilweise Oxydation des vor der Form niederträufelnden Roheisens statt, es verbrennt metallisches Eisen und durch Einwirkung des Oxydes und der Gebläseluft werden die übrigen constituirenden Bestandtheile (Kohlenstoff, Silicium, in geringerem Maasse Schwefel, noch weniger Phosphor) oxydirt und es erfolgt ein kohleärmeres und von fremden Bestandtheilen reineres, mithin dichteres Gusseisen. Eine noch stärkere Oxydation durch Zug- oder Gebläseluft erleidet das Roheisen im **Flammofen**, so dass darin stark graue, an Graphit und Silicium reiche, wenig feste Roheisensorten zunächst durch Oxydation des Siliciums, mit deren Fortschreiten der Graphit in chemisch gebundenen Kohlenstoff übergeführt wird, in mehr oder weniger stark halbirte, dichte, feste Modificationen (z. B. für Walzen- und Kanonenguss) übergeführt werden können, ohne dass das unter Umständen schädlich wirkende Brennmaterial mit dem Eisen in Berührung ist.

Einfluss des Apparates.

1) **Kerpely**, Fortschr. 2, 149; 3, 118; 6, 146. 2) B. u. h. Ztg. 1868, S. 250. 3) **Kerpely**, Fortschr. 3, 119. 4) **Dingl.** 181, 59. B. u. h. Ztg. 1874, S. 166. 5) **Kerpely**, Fortschr. 3, 120. 6) **Kerpely**, Fortschr. 4, 145. 7) B. u. h. Ztg. 1865, S. 63; 1866, S. 33. 8) B. u. h. Ztg. 1874, S. 399. 9) Vergleichung der Cupolo- und Flammöfen in B. u. h. Ztg. 1869, S. 360. 10) **Dürre**, Handb. d. Giessereibetr. 2, 19.

Vergleichung der Apparate.

Von diesen Apparaten wird am häufigsten, namentlich für den currenten Giessereibetrieb, der Cupoloofen angewandt wegen bester Ausnutzung des Brennmaterials, continuirlichen Betriebs, Leichtigkeit, Billigkeit und Schnelligkeit der Arbeit, Zulässigkeit sowohl kleiner, als auch der grössten Güsse bei den neueren Constructionen, Verbesserung des Eisens ohne zu grossen Abbrand u. A. — Tiegelofenbetrieb ist hinsichtlich des Brennstoffaufwandes, der Arbeit, der Unterhaltung der Tiegel und des Eisenverlustes kostspieliger und nur bei Kleinbetrieb (Schmelzmassen bis 25—38 kg.) zur Herstellung kleiner, wegen mühsamen Einformens theurer bezahlter Gegenstände zulässig, bei Anwendung Siemens'scher Oefen indes auch für den Grossbetrieb (z. B. bei Herstellung von schmiedbarem Eisenguss). — Flammöfen dienen — wegen hohen Brennstoffverbrauches, nicht continuirlichen Betriebes und schwierigerer Arbeit minder vortheilhaft — meist nur für bestimmte Zwecke, namentlich der Lehm- und Massenförmerei, zur Herstellung sehr grosser Stücke von bedeutender Festigkeit (Kanonen, Hartgusswalzen u. s. w.), wenn durch oxydirende Wirkung der Luft das Roheisen in obiger Weise (S. 217) gereinigt werden soll, ferner zum Einschmelzen grosser, schwer zu zerkleinernder Stücke (Walzen, Kanonen), zur innigen Mischung verschiedener Eisensorten[1]) u. s. w. Früher für grosse Güsse häufig in Anwendung, sind die Flammöfen neuerdings vielfach durch zweckmässig construirte Cupoloöfen[2]) mit grossen Productionen ersetzt, namentlich auch beim Bessemern.[3]) Eisenverlust (Abbrand) in Tiegelöfen bis 25 Proc. (meist mechanisch), in Cupoloöfen 3—10, gewöhnlich 5—7 Proc., in Flammöfen 6—9 Proc. und mehr. Es erfordern 100 Theile Roheisen in Tiegeln 80—200 Theile Cokes, in älteren Cupoloöfen 20—30, in neueren 12—6 Theile (z. B. Bochum)[4]) Cokes, Flammöfen 50—80 Theile Steinkohlen. Dürre[5]) hat durch Rechnung nachgewiesen, welches grosses Missverhältniss zwischen Leistung des Brennstoffs und Bedürfniss bei den verschiedenen Apparaten zum Umschmelzen des Roheisens obwaltet.

Einfluss der Formen.

3. Die Wärmeleitungsfähigkeit der Gussformen. Das Weiss- und Hartwerden des Gussstückes durch Abschreckung (S. 45) wird am meisten begünstigt beim Schalenguss. in Coquillen (Hartwalzen, Eisenbahnwagenräder u. s. w.), am wenigsten in getrockneten, die Wärme schlecht leitenden Formen (Massen- und Lehmförmerei); in der Mitte steht die Förmerei in magerem feuchten (grünen) Sande.

Während graphitreiche Roheisensorten (z. B. schottisches Giessereiroheisen auch bei rapider Abkühlung grau bleiben, so sind graphitarme, mit grösserem Gehalt an chemisch gebundenem Kohlenstoff (halbirte) zum Abschrecken sehr geneigt, Holzkohlenroheisen derselben Art mehr als Cokesroheisen.

1. Capitel. Tiegelschmelzen.

Roheisen.

41. Rohmaterial. Der zu den feinsten Luxusartikeln, für schmiedbar zu machendes Gusseisen u. s. w. anzuwendende Tiegelguss erfordert ein möglichst dünnflüssiges, die Formen scharf ausfüllendes Rohmaterial, wie halbirtes oder noch besser feinkörniges graues Roheisen von strengflüssiger Beschickung. Ein grösserer Graphitgehalt (bei grauem grobkörnigen Roheisen) kommt beim Tiegelguss noch mehr zum Vorschein und erzeugt rauhe Gussflächen.

Ofenarten.

42. Schmelzapparate. Das Schmelzen des Roheisens geschieht in Tiegeln aus feuerfestem Thon, seltener aus Graphit

Windöfen.

a. in Windöfen ohne (Fig. 119) oder mit Unterwind, für Holzkohlen geräumiger einzurichten, als für Cokes, z. B. für erstere 75—80 cm., für letztere 60—70 cm. hoch und 32—38 cm. weit.

1) B. u. h. Ztg. 1866, S. 33. 2) B. u. h. Ztg. 1862, S. 23. Hartmann, Fortschr. 1, 238. 3) B. u. h. Ztg. 1870, S. 438; 1872, S. 324; 1873, S. 177. 4) B. u. h. Ztg. 1873, S. 348. 5) B. u. h. Ztg. 1870, S. 195. Dingl. 200, 188.

b. in Gebläseöfen, welche ein rascheres Schmelzen bei geringerer Capacität gestatten, aber wegen des Gebläses den Betrieb so vertheuern, dass ihre Anwendung meist nicht rentabel ist. Gebläse-öfen.

Fig. 119.

Fig. 120.



Sefström's Ofen (Fig. 120). *a* Deckel auf zwei concentrischen Eisenblechcylindern, in deren Zwischenraum *b* durch *d* Gebläseluft eintritt, sich hier erwärmt und durch Düsen *o* im feuerfesten Futter *c* in das Ofeninnere gelangt.

c. Siemens'sche Regenerativöfen[1]), nach Art der Gussstahlöfen eingerichtet, z. B. für Herstellung von schmiedbarem Guss im Grossen.

43. Schmelzverfahren. Es kommen dabei folgende Manipulationen vor: Allmäliges Eintragen der vorgewärmten Eisenstücke (3—10 kg. pro Charge) mittelst Zangen in den Tiegel, Bedecken desselben, Einschmelzen, Versetzen der geschmolzenen Masse während einiger Minuten in Ueberhitze, Ausheben des Tiegels mit Zangen von einem oder zwei Arbeitern, nöthigenfalls Einsetzen in eine Giessgabel und Ausgiessen in die Formen. Cokesverbrauch auf 100 Theile Roheisen 80—200 Theile, je nach der Grösse der Einsätze, Eisenverlust (mechanisch durch Verzetteln beim Giessen, durch Schalenbildung im Tiegel) bis 20—25 Proc. des Einsatzes, aber verschwindend klein, wenn man Gewicht von Gusswaare und sorgfältig gesammelten Abfällen zusammenrechnet. Manipulationen.

2. Capitel. Schachtofen- oder Cupoloofen-Schmelzen.

44. Rohmaterialien. Als solche kommen zur Verwendung:

a. Roheisen. Die weichsten Güsse geben die silicium- und phosphorarmen Roheisensorten mit mittlerem Kohlenstoffgehalt[2]), welche, um grau zu bleiben, einer nicht sehr starken Ueberhitzung bedürfen, deshalb von Aschenbestandtheilen der Cokes weniger verunreinigt werden. Meist finden bei dem seltenern Vorkommen solches reinen, theuren Roheisens unreinere graphitische Sorten Verwendung, welche, Roheisen.

1) Dürre, Handb. d. Eisengiessereibetr. 1870, 2. Bd. S. 10, 361. 2) B. u. h. Ztg. 1868, S. 189.

wenn schwarzgrau (S. 26) bei Graphitüberschuss [1]), mit graphitärmeren Sorten zusammengeschmolzen werden, welche letzteren, z. B. halbirtes Roheisen, für sich umgeschmolzen leicht weiss, dickflüssig und hart werden würden.

Eisenabfälle.

b. Eisenhaltige Abfälle, und zwar Gusseisen (in Gestalt von Fehlgüssen, Brucheisen, Eingüssen, verlornen Köpfen u. s. w.) und geschmeidiges Eisen (Eisendreh- und Bohrspäne), welche je nach ihrer Natur auf die Eigenschaften des Gusses mehr oder weniger influiren.

Für den Ofen zu grosse Fehlgüsse u. s. w. werden zerkleinert durch Rammen oder niederfallende Kugeln [2]), Sprengen mit Dynamit [3]) oder mittelst eines Schlagwerkes, dessen Fallklotz einen Stahlzapfen in ein mit Wasser gefülltes Bohrloch eintreibt. [4]) — Eisendreh- und Bohrspäne [5]) bereitet man, um Versetzungen im Ofen zu verhüten, auf verschiedene Weise vor: Einstampfen in ein mit zu verschmelzendes gusseisernes Gefäss [6]), Einstampfen in Formen und befeuchten mit Salzwasser [7]) (zu Königsbronn gleichzeitig mit Theer u. s. w.), verdünnten Säuren [8]), Ammoniak u. s. w. behuf des Zusammenkittens durch Rosten. Bei Zusatz von Schmiedeeisen beim Umschmelzen des Roheisens erfolgen kohlenstoffärmere sehr dichte zähe Güsse (Stirling's verstärktes Gusseisen) [9]), bei grösserem Zusatz hartes, z. B. für Walzenguss [10]) geeignetes Eisen. Nach Mayrhofer soll beim Abstechen von Gusseisen auf Schmiedeeisenabfälle Silicium ausgeschieden werden. [11])

Zuschläge.

c. Zuschläge zum Verschlacken der Cokesasche, zur Verminderung der Eisenverschlackung und zum Schutz der Ofenwände gegen Corrosion in Gestalt von Kalkstein (2—4 Proc.), besser aber Flussspath [12]), welcher eine dünnflüssigere und eisenfreiere Schlacke giebt; Sand oder Hohofenschlacken bei stark gerosteten Eisendreh- oder Bohrspänen, welche sich indes besser für den Hoh- als Cupoloofen eignen.

Verkohlte Brennstoffe.

d. Brennmaterialien. [13]) Man verwendet meist verkohlte Brennstoffe und zwar häufiger die billigeren Cokes als Holzkohlen.

Wirkungsweise von Holzkohlen und Cokes.

Letztere veranlassen bei langsamerer Schmelzung weniger leicht eine nachtheilige Qualitätsveränderung des Roheisens [14]), als erstere, geben aber minder hohe Schmelztemperaturen und es bedarf im Gegensatze zum Eisenhohofenbetrieb mehr Holzkohlen, als Cokes, da es sich hier nur um Erzeugung von Schmelzhitze, nicht auch um reducirende Wirkung handelt und die vor den Formen gebildete Kohlensäure von den dichteren Cokes weniger leicht, als von den poröseren Holzkohlen zu Kohlenoxyd reducirt wird (S. 94). Der Brennstoffaufwand ist wesentlich mit bedingt durch das Verhältniss zwischen Grösse der Roheisen- und Brennmaterialgicht, mittelst dessen man die erforderliche Hitzigkeit (Frischheit) des Roheisens für den Guss stimmt. Man verbraucht auf 100 Thle. Roheisen excl. Füllmaterial 25—50 Proc. Holzkohlen (in Russland z. B. 30—50 Proc.) und 6—30 Proc., durchschnittlich 10—15 Proc. Cokes, und incl. Aufwand beim Anlassen (Füllen) resp. bis 60 und 40 Proc.

Als fernere Unterschiede bei Anwendung von Cokes oder Holzkohlen sind noch unter anderen anzuführen:

α. Hinsichtlich der Ofenconstruction bei Holzkohlen: grössere Höhe, weniger cylindrische, als nach oben und unten zusammengezogene, engere Oefen

1) B. u. h. Ztg. 1872, S. 3. 2) Hartmann, Eisengiesserei 1863, S. 196. 3) B. u. h. Ztg. 1866, S. 27. 4) Kerpely, Fortschr. 2, 151. 5) Kerpely, Eisen auf d. Wien. Ausstellung 1873, S. 158. 6) Polyt. Centr. 1857, S. 828. Hartmann, Fortschr. 1, 242. 7) Oest. Ztschr. 1861, No. 25. 8) Oest. Ztschr. 1861, No. 36, 38. B. u. h. Ztg. 1874, S. 165. 9) Dingl. 117, 307; 129, 212. 10) B. u. h. Ztg. 1862, S. 22. 11) Oest. Jahrb. 10, 326. 12) B. u. h. Ztg. 1863, S. 96; 1873, S. 73. Kerpely, Fortschr. 2, 151. Wagner, Jahresber. 1867, S. 220; 1871, S. 72; 1873, S. 66. 13) B. u. h. Ztg. 1867, S. 117. 14) B. u. h. Ztg. 1866, S. 33.

meist mit Vor- oder Schöpfherden, (Cokesöfen gewöhnlich ohne solche und mit geschlossener Brust, neuerdings auch mit Reservoir).

β. Hinsichtlich des Betriebes: In Cokesöfen rascheres Schmelzen bei grösserer Production, grössere Windmengen bei geringerer Pressung, seltenere Erhitzung des Windes, kürzere Campagnendauer wegen stärkerer Corrodirung des Herdgemäuers durch die Schlacke, neuerdings verlängert durch Anbringung eines Reservoirs (Oefen von Krigar und Swain), unbequemere Arbeit durch Ausräumen der reichlicheren Schlacke u. A.

Rohe Brennmaterialien.

Von rohen Brennmaterialien ist nur Anthracit[1]) von Bedeutung, da die übrigen entweder das Eisen verunreinigen können (Steinkohlen, Torf, Braunkohlen) oder durch Wärmeentziehung beim Vergasen der Ofengang leicht matt wird.[2])

Auf russischen Hütten verbraucht man auf 100 Thle. Roheisen 8—10 Thle. Anthracit oder neben 6.5 Thl. Anthracit noch 5 Thle. Holzkohle.

Gichtgase.

Die Gichtgase des Cupoloofens wieder unten in denselben zu leiten, scheint nach Versuchen in St. Stephan[3]) einen nachhaltigen Nutzen nicht gewährt zu haben.

Vorrichtungen.

45. Schmelzvorrichtungen. Dieselben bestehen in Schmelzöfen, Gebläsen, Winderhitzungsapparaten und Werkzeugen.

Oefen.

I. Schmelzöfen. Man ist allmälig von den niedrigen tragbaren Oefchen[4]) und an einer Axe zu kippenden Apparaten[5]) (Sturz-, Senk-, Kippöfen, in Russland[6]) noch in Anwendung) zu den höheren Gebläseschachtöfen (Cupoloöfen) übergegangen, an deren Construction hauptsächlich drei Anforderungen zu stellen sind: möglichst geringer Cokesverbrauch, gutartige Beschaffenheit des umgeschmolzenen Eisens (Dünnflüssigkeit und geringe Einbusse an Kohlenstoff) und rasches Schmelzen. Diesen Anforderungen entsprechen die Cupoloöfen der älteren Zeit weit weniger, als viele der Neuzeit.

Charakteristik.

A. Aeltere Cupoloöfen.[7]) Dieselben sind charakterisirt durch enge Winddüsen und Arbeiten mit wenig, aber stark gepresstem Wind. Dieser verpflanzt die Verbrennung bis über die Formen hinauf und indem das oberhalb derselben schmelzende Roheisen den Raum, in welchem sich noch unverbundener Sauerstoff befindet, durchträufelt, erzeugt sich eine den Abgang (S. 218) steigernde eisenreichere Schlacke (gebildet von der Asche des Brennmaterials, dem dem Roheisen anhaftenden Sand, dem Abrieb der Ofenwandungen und Zuschlägen) und der Brennmaterialverbrauch (S. 218) steigert sich bei stärker verändertem Roheisen (S. 217).

Construction.

Die Construction dieser Ofen richtet sich hauptsächlich nach der Beschaffenheit des Brennmaterials und der Grösse der Production. Während sich Holzkohlenöfen in der Gestalt den Eisenhohöfen nähern (Fig. 121, 122), so haben Cokesöfen häufiger die Form eines Cylinders (Fig. 123) oder eines solchen mit abgestumpftem Kegel, erstere mit offener Brust und Vorherd, letztere mit geschlos-

1) B. u. h. Ztg. 1874, S. 2 (Daelens' Steinkohlenofen s. später). 2) Oest. Jahrb. 6, 131, 186. Karsten's Arch. 1. R. 1, 1; 2, 165. B. u. h. Ztg. 1843, S. 714, 964. 3) B. u. h. Ztg. 1868, S. 188, Fig. 1 auf Taf. 5. 4) Karsten's Eisenh., Bd. 3, §. 722. 5) Ebend. §. 723, 724. Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1865, S. 503. 6) Kerpely, Fortschr. 2, 145. 7) B. u. h. Ztg. 1866, S. 384; 1867, S. 316. Graphische Darstellung der Dimensionsverhältnisse älterer und neuerer Cupoloöfen in Dingl. J. Bd. 215, Taf. 5.

sener Brust und Stichöffnung. Der feuerfeste Kernschacht aus Steinen oder Masse ist von einem eisernen Mantel umgeben, welcher auf einer eisernen Sohlplatte auf einem mit Abzügen versehenen Fundament ruht. Zwischen Mantel und Kernschacht befindet sich häufig eine Füllung. Oefen mit geschlossener Brust haben entweder nur ein zum Herde führendes gemeinschaftliches Stichloch für Eisen und Schlacke in einem, während des Betriebes mit Cokes und Lehm vermauerten Arbeitsgewölbe von 0.34 m. Weite und 0.39 m. Höhe, oder ein besonderes Schlackenloch. Die Oefen stehen unter einer Esse. Die 16—21 cm. hoch aus feuerfestem Thon oder Sand aufgestampfte Sohle hat nach dem Stich zu, welchem sich eine mit Sand ausgekleidete Eisenschnauze anschliesst, Neigung.

Höhe bei Holzkohlen 3—6 m., bei Cokes 1.9—2.5, zuweilen 3.14—3.8 m. Weite, je nach der Grösse der Production, der kleinern Oefen 0.32—0.64 m. bei 0.32—0.39 m. Formhöhe und 300—1000 kg. Fassungsraum; für grössere Oefen 0.94—2.5 m. bei bis 0.52 m. Formhöhe und bis 10000 kg. Fassungsraum. Krupp[1]) hat Oefen von 9.414 m. Höhe und 2.511 m. Durchmesser.

Stühlen giebt folgende Durchschnittszahlen für Cokesöfen an:

a. Auf 100 kg. Roheisen: Verbrauch an Cokes 10—20 kg. (bei kleinen Oefen mehr), Windmenge 30—37 cbm., Abbrand 8 Proc.

b. Grösse der Eisengichten in kleinen Oefen von 0.47—0.63 m. Weite mit 1500—3000 kg. Fassungsraum 100—200 kg.; in mittelgrossen Oefen von 0.78—1.26 m. Weite mit 7000—10,000 kg. Fassungsraum 150—250 kg.; in grossen Oefen von 1.57—2.5 m. Weite mit 25,000—35,000 kg. Fassungsraum und 400—500 kg. Production pro Stunde resp. 600—1250, 2500—4500 und 5000—7500 kg.

Formen. Die Zahl der Formen richtet sich nach der Weite des Ofens und der Grösse der Production, z. B. für 50, 100—125, 150 kg. Fassungsraum resp. 1, 2 und 3 Formen, zuweilen bis 12 Stück, nach Sefström'schem Princip in einer Ebene gleichmässig vertheilt.

Modificationen: nach Schmahel spiralförmiges Aufsteigenlassen der Formen[2]), wohl bei Erweiterung des Schachtes nach oben (Norris)[3]); Anordnung mehrerer Reihen (2—4) über einander, Schliessen der unteren und Oeffnen der oberen, um mehr Eisen zu halten.

Höhe der meist horizontal, zuweilen mit Ansteigen gelagerten Formen bei Holzkohlenöfen 0.262—0.392, bei Cokesöfen 0.523—0.628 m. und darüber. Weite der kupfernen oder gusseisernen Formen je nach Menge und Pressung des Windes bei Cokes 0.078—0.209, bei Holzkohlen 0.052—0.105 m., Pressung resp. 10—18 und 20—50 mm. Quecksilber und mehr.

Die Windpressung ist beim Cupoloofenbetrieb im Allgemeinen niedriger als in Hohöfen (trotz stärkerer Pressung ist das Eisen in letzteren gegen Oxydation geschützt durch reichlichere Brennmaterial- und Schlackenmenge und hohe Windtemperatur, in Folge dessen kleineren Oxydationsraum) wegen minderer Spannung der Gase im Ofen und zur Vermeidung von die Eisenoxydation beförderndem Oberfeuer, und zwar ist sie bei Holzkohlen grösser als bei Cokes, weil in einer gegebenen Zeit zur Erzeugung der erforderlichen Hitze eine grössere Menge Holzkohlen, als Cokes verbrannt werden muss. Leichtere Cokes erfordern stärkere Pressung als dichte. Die zugeleiteten Windmengen müssen der Grösse der Production entsprechen.

Wind-erhitzung. Erhitzte Luft[4]) trägt zwar zur Brennstoffersparung, zur Erhöhung der Production und Erzeugung eines hitzigeren Schmelzganges

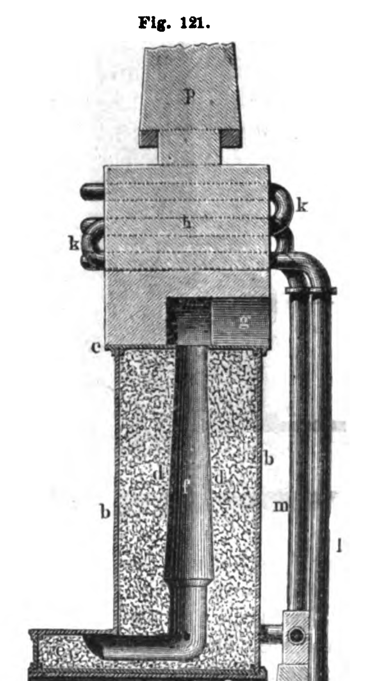
1) B. u. h. Ztg. 1872, S. 17. 2) B. u. h. Ztg. 1855, S. 170, 187. Polyt. Centr. 1861, S. 444. Preuss. Ztschr. 3. A. 165. 3) Muspratt-Kerl, techn. Chem. 3. Aufl. 2, 627. 4) Karsten's Arch. 2. R. 9, 217; 11, 198. Merbach, Anwend. erhitzt. Gebläseluft 1840, S. 64. Bgwfd 3, 145; 4, 104.

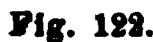


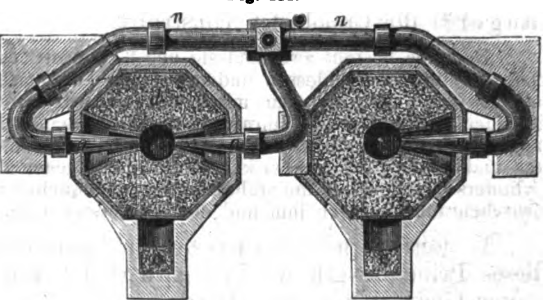
bei, wird aber meist nur bei Holzkohlen und dann nicht höher als 200° C. erhitzt angewandt, seltener und dann nur bei reinen Cokes, um der Eisenqualität nicht zu schaden, das Roheisen nicht zu überhitzen und den Ofenherd zu schonen. Bei neueren Oefen hat man in Folge passender Construction den Brennstoffverbrauch trotz kalten Windes bedeutend herabgebracht.

Beispiele.

Fig. 121.




Fig. 122.



Oberharzer Holzkohlenöfen mit offener Brust (Fig. 121, 122). *a* gemauertes Fundament von 0.314 m. Höhe mit Kreuzabzug *p* und darauf 8seitiger Bodenplatte, in der Mitte mit 0.209 m. weiter Oeffnung zur Abführung der Feuchtigkeit. *b* Mantel von 1.674 m. Durchmesser aus 8seitig zusammengefügten Eisenplatten mit Deckplatte *c*, in welcher die 0.366 m. weite Gichtöffnung. *d* eingestampfte Masse (1 frischer und 2 gebrannter Thon). *e* Vorherd mit 0.104 m. weiter Stichöffnung an der Vorderplatte, 0.314 m. tief, 0.392 m. breit und 0.945 m. lang. *f* Ofenschacht, in der Formgegend 0.392, unten an der Rast 0.418, im Kohlensack 0.628 und an der Gicht 0.366 m. weit. Höhe der Gicht über der Bodenplatte 3.844 m., über der Rast 2.823 m. Formhöhe über dem Boden 0.288 m. *g* Aufgebeöffnung, 0.523 m. hoch. *h* Winderhitzungsapparat, 1.883 m. breit, 1.569 m. hoch und 1.804 m. lang. *k* Windröhren. *l* Windzuleitungsröhre. *m* Windableitungsröhre. *n* Windleitung. *o* Düsen von 0.072 m. Durchmesser. *p* Esse. Windpressung 5.4 cm. Quecksilber. Windmenge 12—13 cbm., Windtemperatur 160—200° C. Holzkohlenverbrauch 72.3 Proc., Eisenabgang 4.06 Proc.

Cokesofen mit geschlossener Brust (Fig. 123). *a* Windleitungsrohr, 0.170 m. weit. *b* Windvertheilungsrohr. *c* Düsen. *d* Sohlplatte. *e* Sohle aus Masse, hinten 0.314 m. hoch. *f* Brustgewölbe mit Eisenplatte geschlossen, dahinter Cokes *g*. *h* Stich. *i* Oeffnung mit Glasschieber. *k* feuerfester Kernschacht. *J* Füllung. *m* Eisenmantel. Formhöhe 0.916 m., Höhe des cylindrischen Untertheils 1.15 m. bei 0.575 m. Weite, Höhe des konischen Obertheils 1.144 bei 0.392 m. Gichtweite.

Steyersche Cokesöfen. Nahe cylindrisch, 3.16—3.79 m. hoch, 0.79—1.05 m. weit, 2—3 Düsen von 7.9—10.5 cm. Durchmesser, Pressung des kalten Windes 9—13 mm. Quecksilbersäule. Production in 1 St. 560—2240, selbst bis 3360 kg. Cokesverbrauch 8—16, in besondern Fällen bis 25 Thle. auf 100 Thle. Roheisen.

Steinkohlenofen von Daelen in Freudenthal.[1]) Ueber einem mit 3 Düsen

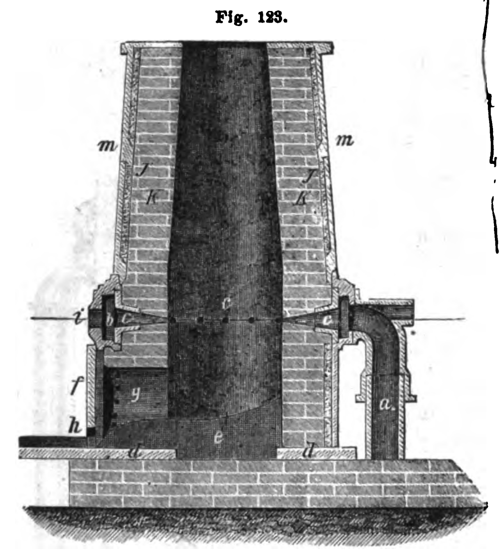
1) Dürre, Giesserei 1, 420.

versehenen cylindrischen Gestell erhebt sich ein viereckiger, oben mit einem verschiebbaren Deckel versehener Flammenschacht.

Wesen derselben.

B. Neuere Cupoloöfen.[1]) Bei denselben, mit Cokes gespeist, befolgt man das Princip, den Gebläsewind in so schwach gepresstem Zustande in den Ofen zu führen, dass die Pressung noch geringer ist als der Druck, welchen der Wind durch den Widerstand der Schmelzsäule erleidet. Dabei verbindet sich der freie Sauerstoff der Gebläseluft zum grössten Theile mit Kohlenstoff, ehe er Gelegenheit findet, auf das im Ofenschacht niederträufelnde Eisen einzuwirken. Der Verlust an Kohlenstoff im Eisen und der Abgang sind gering, sowie auch die Ausnutzung des Brennmaterials sehr vollkommen und kaum noch zu steigern ist (auf 100 Roheisen 6—5.5 Proc. gutartige Cokes). Dieser Effect wird dadurch erzielt, dass man den Wind in einem möglichst grossen Querschnitt und in möglichster Vertheilung zuführt und zwar entweder durch Vertheilung desselben auf zwei übereinander liegende Formreihen oder durch schlitzartige grosse Windcanäle. Die Weite der Oefen richtet sich nach der zu erzielenden Production; mit der Weite nimmt zwar die Schnelligkeit des Schmelzens und das Fassungsvermögen des Herdes zu, aber auch die Menge der Füllcokes.

Fig. 123.



Siemens und Halske haben einen sehr wirksamen Funkenfänger[2]) für Cupoloöfen construirt.

Derselbe besteht zweckmässig aus 3 concentrischen Blechcylindern, von welchen der innere geschlossen und von selbem Durchmesser der Schornsteinmündung ist. Zwischen ihm und dem mittleren, auf den Schornsteinwangen aufstehenden Cylinder ist der Zug mit Spiralwindungen um den vollen Kern herumgeführt. Vermöge der Centrifugalkraft, welche beim Durchfliegen dieser Spirale auf die Funken und Kohlenstückchen wirkt, werden diese gegen die Wandungen des mittleren Cylinders geschleudert und fallen durch angebrachte Schlitze in denselben in den Zwischenraum, der von ihm und dem äussersten Cylinder gebildet wird.

Ireland-princip.

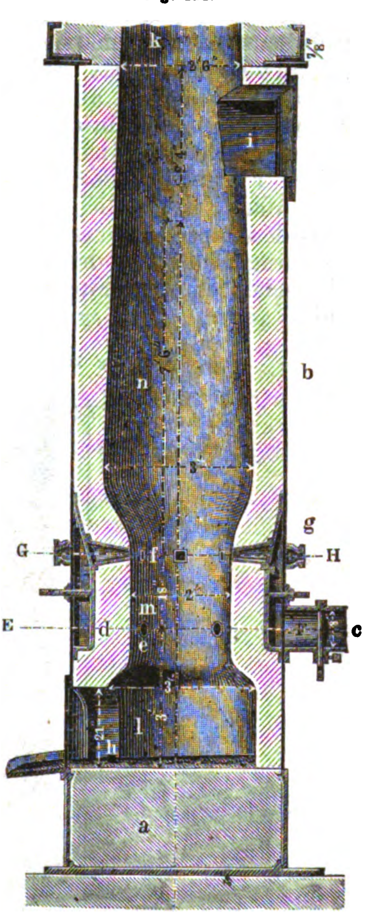
1. Oefen mit mehreren Düsenreihen. Als Repräsentant dieses Principes gilt der Irelandofen[3]) mit verengter Schmelzzone, weiter Gicht und weitem Herd.

Die Vortheile dieser Ofengestalt sind: ein energisches Schmelzen bei lebhaftem Gichtenwechsel, Erzielung hitzigen, flüssigen Eisens und grosser Fassungsraum des Herdes, welcher aber, damit sich das Eisen nicht kühlt, durch An-

1) B. u. h. Ztg. 1871, S. 227; 1873, S. 17. Oest. Ztschr. 1871, S. 123. 2) B. u. h. Ztg. 1874, S. 311. 3) Dürre, Eisengiesserei 1, 397; 2, 77, 87, 98.

bringung einer Düse im Schlackenstich gut angewärmt werden muss. Diese Gestalt ist mährischen Oefen (Blansko, Witkowitz) entnommen, auch bereits von Hinton[1]) in seinem Ofen mit 2 Düsenreihen und sowie auch bei Dirschauer Oefen (3 Formenreihen über einander in Schraubenlinie) angewandt.[2])

Fig. 124.



Beispiele.

Borsig's Irelandofen hat nachstehende Einrichtung (Fig. 124):

a Sockel, mit Gusseisen umkleidet, 0.628 m. hoch. *b* Blechmantel, 1.412 m. weit. *c* Windzuführungsrohr von 0.209 m. Weite zum Windcanal *d*, durch eine Scheidewand in 2 Hälften getheilt und mittelst Windschiebers so abzusperren, dass die unteren 4 Formen *e* allein oder auch die oberen *f* Wind erhalten. *g* Düsenvisire. *h* Arbeitsöffnung, 0.549 m. hoch, mit Balkenthürverschluss und Stichcanal. *i* Chargiröffnung. *k* Esse. *l* Herd, 0.941 m. weit und 0.941 m. hoch bis an die Formen *e*. *m* Raum zwischen den Formen 0.628 m. weit und 0.471 m. hoch. *n* Schacht, unten 0.941, oberhalb der Chargiröffnung 0.785 m. weit. Höhe der Unterfläche der Chargiröffnung über der obersten Formreihe 2,354 m. Fassungsraum 2250 kg., Gichtengrösse 50 kg. Cokes und 750 kg. Roheisen; Windpressung 47—52 cm. Wasser; 10—12 kg. Cokes auf 100 kg. Gusswaare, Abbrand $4\frac{1}{2}$—5 %.

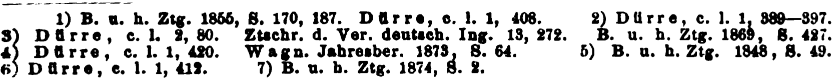
Modificationen des Irelandofens: Ofen von Gerhardi[3]), (engerere Einschnürung des Schmelzraumes, Herd weiter, als der Schacht).

Raschetteofen mit Krigar'schem Vorherd zu Lauchhammer.[4]) Ofen mit oblongem Querschnitt und gebrochenen Ecken von 2.5 m. Länge und 0.70 m. Breite zum Guss einer 80000 kg. schweren Hammerchabotte. Windzuführung an den langen Seiten durch zwei 90 cm. über einander befindliche Düsenreihen, die obere mit wechselständigen 6 Düsen à 10 cm., die untere mit 3 Düsen à 20 cm. Weite mit resp. 942 und 1884 qcm. Querschnitt. Höhe des Ofens von der Sohle bis zur Gicht 4.1 m., Stärke der Schachtwände 30 cm., Windpressung 0.157—0.183 m. Wassersäule; Gichten 75 kg. Cokes und 1050 kg. Roheisen, Erfolg von 7000 kg. flüssigem Eisen pro Stunde; Fassungsraum des Vorherdes 15000 kg.

Mackenzie's Princip.

2. Oefen mit Windschlitzen. Als Repräsentant gilt nächst dem Bocard'schen[5]) der Ofen von Mackenzie[6]) mit elliptischem Schacht, gleich weitem Herd und einer Rast, unter welcher durch einen rings herum gehenden Schlitz die Gebläseluft eintritt.

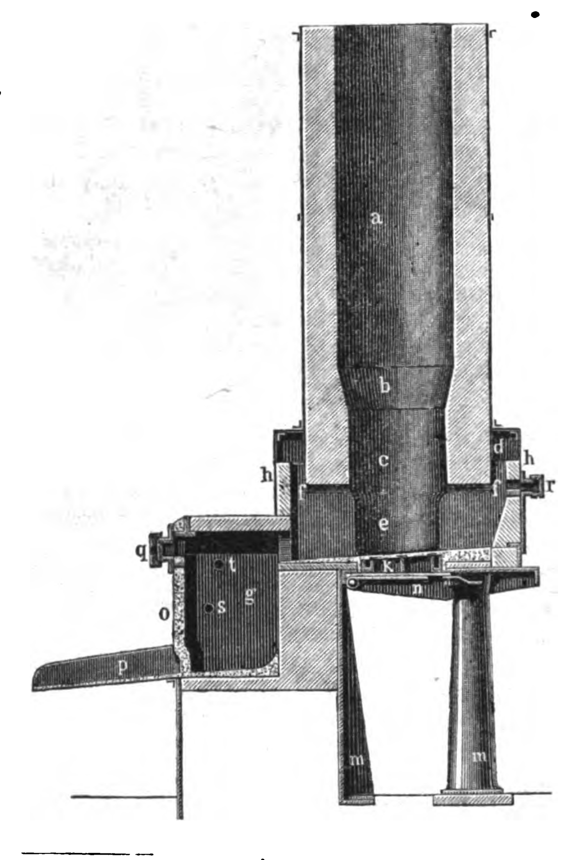
Wegen grosser Production (z. B. in Perm[7]) zum Guss eines 600000 kg. schweren Ambosstuhles angewandt) und relativ sehr geringen Cokesverbrauches häufig in Amerika, namentlich auf Bessemerhütten in Anwendung, bedarf der


1) B. u. h. Ztg. 1855, S. 170, 187. Dürre, c. l. 1, 406. 2) Dürre, c. l. 1, 389—397.
3) Dürre, c. l. 2, 80. Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 13, 272. B. u. h. Ztg. 1869, S. 427.
4) Dürre, c. l. 1, 420. Wagn. Jahresber. 1873, S. 64. 5) B. u. h. Ztg. 1848, S. 49.
6) Dürre, c. l. 1, 412. 7) B. u. h. Ztg. 1874, S. 2.

Ofen sorgfältige Wartung, damit nicht Schlackenansätze an der Rast oder ein Wegfressen derselben den Windstrom stören.

Krigar's Ofen. Krigar's Ofen [1]) vermeidet diese Uebelstände durch geeignete Anordnung der Windschlitze, sowie derselbe sich auch noch durch sonstige zweckmässige Construction vor allen übrigen Cupoloöfen auszeichnet. Das Eisen läuft von der Herdsohle continuirlich in ein Reservoir ab, verändert sich wenig, bleibt im Vorherd bei flottem Betriebe durch Einwirkung der Tümpelflamme hitzig (bei langsamem Betriebe kann das Eisen matt werden), man braucht weniger Füllcokes, macht längere Campagnen, die Manipulationen sind einfach, namentlich das Entfernen der Schlacke durch Oeffnen der Bodenklappe. Der sich erwärmende Wind giebt bei der grossen Berührungsfläche mit den Cokes eine sehr vollkommene Verbrennung und rasche Temperatursteigerung, so dass das Eisen zum Weisswerden minder geneigt wird und ein grösserer Zusatz an Holzkohleneisen gegeben werden kann; der Betrieb lässt sich continuirlich führen u. A.

Fig. 125.



Beispiele. Krigarofen (Fig. 125). *a* cylindrischer Schacht, 0.523 m. weit und 2.197 m. über dem Kohlensack hoch. *b* Rast, 0.314 m. hoch und unten 0.628 m. weit. *c* Schmelzraum, 0.628 m. hoch vom Windgewölbe bis zur Rast. *d* Windcanal 0.183 m. weit und 0.262 m. hoch mit 0.263 m. weitem Windzuführungsrohr in Verbindung. *f* zwei 0.078 m. breite und 0.366 m. lange Schlitze, durch welche die Gebläseluft in den aus einer Kreisfläche in ein Rechteck übergehenden, mit Chamotte ausgekleideten und mit rundem Blechmantel *h* umgebenen Eisenkasten *e* tritt. *g* von einer Chamottemauer eingefasster und überwölbter Vorherd von 0.628 m. im Qu. und 0.837 m. Höhe, in welchen das flüssige Eisen durch ein 0.105 m. weites Auge continuirlich läuft. *o* eiserne Thür, an einem Charnier drehbar, durch Vorreiber und Keil zu verschliessen, mit zur

1) Dürre, c. l. 1, 413; 2, 89. B. u. h. Ztg. 1870, S. 355; 1871. S. 289 (Zeichn.); 1872, S. 191; 1873, S. 447; 1874, S. 17. Schott, Kunstgiesserei in Eisen. 1873, S. 18. Uhland Masch.-Constructeur 1873, Taf. 90. Fabrikation von Bessemerstahlkopfschienen von Petzoldt und Heusinger v. Waldegg S. 5.

Rinne *p* führendem Abstichloch und Schauloch *q*. *r* Schauloch. *s* und *t* Rinnen zum Schlackenabfluss. *k* mit Rippen versehene gusseiserne Platte, auf Säulen *m* gestützt. *n* Ausräumthür, nach unten zu öffnen, behuf Ausräumung der alsdann mit Wasser aus einem Schlauch abzulöschenden Rückstände, welche auch gleich in Wasser fallen können. Durch eine zum Windcanal unter *r* führende seitliche Thür lässt sich der Canal putzen. Durchsetzquantum per Stunde 3000—3500 kg. Eisen bei 0.209—0.314 m. Wassersäule Pressung und Verbrauch von 6 kg. Cokes auf 100 kg. Roheisen. Um zu veranlassen, dass alsbald nach dem Anblasen eines neuen Ofens hitziges, für die Giesserei taugliches Eisen erfolgt, giebt man dem Eisenkasten *e* eine kesselförmige Vertiefung, in welcher sich das Eisen unter Abwärmen des Herdes kühlt, während aber das nachfolgende Eisen hinreichend erhitzt gleich in den stark geheizten Vorherd *g* fliesst und nutzbar ist. Nach einiger Zeit wird auch das Eisen im Herde *e* hitzig und kann dann durch einen besonderen Stich abgelassen werden.

Modificationen: Swain's Ofen [1]) hat eine Esse auf dem Vorherd *g*. Schwarzkopf's Ofen [2]) ruht statt auf Eisenpfeilern auf Mauern, besitzt keinen Vorherd und cylindrische Gestalt; bei neueren Constructionen tritt der Wind von oben in den Windcanal und geht zur besseren Erwärmung durch spiralförmige Züge nach unten. Zwickau: Ofen 3.66 m. hoch, 1.22 m. im cylindrischen Theil, 0.76 m. an den Formen weit, 4 Formen von 110 mm. Durchmesser, 15 cm. über der Ofensohle. Windpressung 4—5 cm. Quecksilber. 5000 kg. in 24 St.

C. Modificationen an älteren und neueren Oefen. Als solche kommen vor: *Modificationen.*

1. Oefen mit beweglichen Theilen behuf bequemerer Ausführung von Reparaturen und Zeitersparung. *Bewegliche Ofentheile.*

Maillard's Ofen [3]) mit empor zu schraubendem oberen Schachttheil; Bocard's [4]) und Wedding's Ofen [5]) mit auf Schienen beweglichem Herd.

2. Transportable (locomobile) Oefen, welche auf Wagen nach den Formen transportirt werden (Gleiwitz [6]), Maillard's Ofen [7]).) *Locomobile Oefen.*

3. Zugöfen (Windöfen). Statt durch Gebläseluft geschieht die Verbrennung des Brennmaterials durch Zugluft, angesogen durch eine Esse (Zugcupoloöfen von Zintgraff, Canham [8]), Heaton [9])), oder durch einen in die Esse geführten Dampfstrahl (Woodward's Dampfstrahlofen [10])). *Zugöfen.*

Derartige Oefen gestatten kein rasches Schmelzen, man kann den Zug nicht über eine gewisse Grenze hinaus steigern und es ist festgestellt, dass die Bewegung luftförmiger Körper ohne grossen Unterschied in der Dichtigkeit nicht kostspieliger geschehen kann, als durch Dampf. [11])

II. Gebläse. [12]) Man wendet am häufigsten Ventilatoren und Cylindergebläse (S. 133) an. Erstere geben viel Wind mit schwächerer Pressung und sind deshalb bei dichten, schweren Brennstoffen (Cokes, Anthracit) völlig ausreichend und auch wegen grösserer Billigkeit meist vorhanden, während ein grösserer Betrieb (Zwickau), sowie ein leichter Brennstoff, welcher zur Erzeugung hinreichend hoher Temperatur eine möglichst starke Pressung verlangt (S. 222), ein Cylindergebläse erfordern kann. Seltener finden Cagniardellen (S. 142), öfters Root's Kapselgebläse [13]) (S. 144) Verwendung (Oberhausen). *Gebläse.*

1) Polyt. Centr. 1874, S. 183. B. u. h. Ztg. 1874, S. 129, 138. Bodmer, mechan. Puddeln nach Danks. Wien. Hft. 3, Taf. 2. 2) B. u. h. Ztg. 1871, S. 289. 3) B. u. h. Ztg. 1859, S. 167. 4) Polyt. Centr. 1858, S. 1462. 5) B. u. h. Ztg. 1862, S. 34. 6) Hartm. Fortschr. 1, 239. 7) B. u. h. Ztg. 1859, S. 167. 8) B. u. h. Ztg. 1867, S. 36. Kerpely, Fortschr. 3, 116; 7, 167. 9) Kerpely, Fortschr. 5, 277; 7, 166. 10) B. u. h. Ztg. 1866, S. 44, 126; 1869, S. 305. Kerpely, Fortschr. 2, 144; 7, 167. Dürre, c. l. 1, 418. 11) Berggeist 1870, S. 333. 12) Dürre, c. l. 1, 584; 2, 102. 13) Armengaud, Public. industr. Vol. 19. Pl. 36, Fig. 3 u. 4.



Nach Ledebur[1]) giebt die Berechnung der Windmengen (bei kleineren und mittleren Oefen 8—20, bei grossen 30—37 cbm. pro Min., bei einem Mackenzie-Anthracitofen[2]) selbst 124 cbm.) nach dem Querschnitt der weiten Düsen und der Manometerhöhe bei Cupoloöfen wegen der schwachen Pressung irrige Resultate; ein annähernd richtiges Resultat über den effectiven Windbedarf eines Cupoloofens lässt sich vorläufig nur aus dem in einer bestimmten Zeit verbrauchten Brennmaterialquantum erreichen (S. 163).

Wind-erhitzungs-apparate. III. Winderhitzungsapparate. Wie bereits (S. 222) erwähnt, kommt heisser Wind bei Cokes seltener zur Anwendung, als bei Holzkohlen. Im Allgemeinen übt kalter Wind einen guten Einfluss auf die Beschaffenheit des Roheisens aus.

Weiche dunkelgraue Roheisensorten erfordern zu festen Güssen kalten Wind; graue oder dunkle Eisensorten verlieren stets bei heissem Winde, während halbirte oder weisse dabei an Zähigkeit gewinnen.[3])

Zur Erhitzung dienen meist über der Gicht angebrachte gewundene Röhren (Fig. 121) oder auf dem Gichtrande ruhende ringförmige Röhren[4]), welche aber bei der öfteren Unterbrechung des Betriebes sehr leiden, seltener Siemensregeneratoren.[5])

Geräth-schaften. IV. Geräthschaften und Gezähe. Hierher gehören Geräthschaften zum Chargiren (Schaufeln, Tröge, Kratzen, Karren, Gichtkrücke, Waagen, Haken, Fäustel u. s. w.) und zum Schmelzen (Spette, Räumnadeln, Stopfhölzer, Rengel, Krücken, Schaufeln u. s. w.).

Mani-pulationen. **46. Cupoloofenbetrieb.**[6]) Derselbe erfordert nachstehende Hauptoperationen:

1. Das Anblasen, welches zur Beschleunigung des Betriebes neuerdings wesentliche Modificationen erlitten hat.

Aelteres Verfahren bei Holzkohlenöfen: Abwärmen während 8—24 St. durch glühende Kohlen im Herde, allmäliges Füllen mit Holzkohlen, wobei die vorhergehende Lage die folgende zum Glühen bringt, Anlassen des Windes mit schwacher Pressung, Setzen von anfangs 15 kg. Roheisen, allmäliges Steigern des Satzes und der Windpressung, Schliessen des Stiches, wenn sich flüssiges Eisen im Herd zeigt, dann normales Aufgeben. — Neuere Methoden: Einwerfen von etwa 80 l. glühender Holzkohlen auf die Sohle, darauf bis zu 1 m. unter der Gicht Cokes, dann abwechselnde Schichten von Cokes und Roheisen mit Kalkzusatz, Zuführung von Gebläseluft durch eine Düse im Niveau der Herdsohle (S. 183), bis die ersten Tropfen Metall erscheinen, dann Verschliessen der Düse und Oeffnen der gewöhnlichen höher liegenden Düsen[7]) (Blansko, Ilsenburg, Frankreich u. s. w.). — Irelandofen[8]) (Fig. 124): Füllen bis über die oberste Formreihe mit Cokes (350—400 kg.), Zusatz von 200—300 kg. Roheisen, Zulassen von gewöhnlicher Luft durch Düsenvisire und Düsen bei geöffnetem Stich, bis sich die ersten Eisentropfen vor den unteren Formen zeigen; dann Schliessen des Stichs und der Visire, Anlassen des Gebläses mit 20—30 cm. Wasserdruck und Blasen nur aus den unteren Formen, nach 10 Min. langem Blasen Aufgeben von 50 kg. Cokes und 400—450 kg. Eisen, Fortblasen bis sich an der oberen Formreihe Schmelzung zeigt, Zulassung von wenig Wind auch in die oberen Formen, allmälige Erhöhung der Pressung auf 39 cm., Aufgeben von stetig sich vergrössernden Gichten von 500, 600 und zuletzt normal 750 kg. Eisen auf 50 kg. Cokes bei 47—52 cm. Pressung. — Krigarofen (Fig. 125): Füllen des Vorherdes mit Holzkohlen zum Abwärmen, theilweises Füllen des Ofens (zu $^1/_3$) mit Cokes etwa 5 St. vor dem Anblasen, Aufgeben erst zweier kleiner (400 kg.), dann grösserer Eisengichten (500 und 550 kg.), anfängliches Blasen durch die Stichöffnung im Vorherd, bis

1) B. u. h. Ztg. 1870, S. 277. 2) B. u. h. Ztg. 1874, S. 2. 3) B. u. h. Ztg. 1866, S. 33. 4) Kerl, Met. 3, 360. Dürre, c. l. 1, 638. 5) B. u. h. Ztg. 1866, S. 366. 6) B. u. h. Ztg. 1866, S. 384. Kerpely, Eisenhüttenwesen in Ungarn, 1872. 7) B. u. h. Ztg. 1862, S. 342. 8) Dingl. 168, 157.

sich im Auge die ersten Eisentropfen zeigen, dann Schliessen des Stiches und allmälig verstärktes Blasen durch die Windschlitze.

2. Regelmässiges Chargiren. Je schwerer der Brennstoff, um so kleinere Gichten davon (aber constante) kann man geben; es dürfen jedoch die Brennmaterialgichten nicht von den Eisengichten durchbrochen werden. Dabei muss sich die Grösse der Gicht besonders nach der Grösse des Ofens richten, indem das absolute Maass der Brennmaterialgicht wie das Quadrat des Schachthalbmessers zunimmt, wenn der ersteren Höhe in allen Oefen die gleiche sein soll. Chargiren.

Guettier empfiehlt für Oefen mittlerer Grösse auf 24—25 kg. Cokes 150 kg. Roheisen; bei Irelandöfen hat man Gichten von 75 kg. Cokes und 750—1250 kg. Eisen, bei Krigaröfen je nach der Grösse zu Königin Marienhütte 22,5 bis 45 kg. Cokes. Stühlen empfiehlt für kleine Oefen von 0.5—0.6 m. Durchm. und 1500—3000 kg. Fassungsraum Gichten von 100—200 kg. Roheisen; für mittelgrosse Oefen von 0.75—1.25 m. Durchm. und 7500—15000 kg. Fassungsraum Eisengichten von 150—250 kg.; für grosse Oefen von 1.5—2,5 m. Weite und 25000—35000 kg. Fassungsraum 400—500 kg. schwere Gichten.

Die Roheisenstücke müssen möglichst gleich gross sein, Brennmaterialgrus ist zu vermeiden; erstere werden gewogen, das Brennmaterial häufig gemessen. Die Reihenfolge der Gichten ist am besten: Cokes, Ganzroheisen in grösseren Stücken, Brucheisen in Schrott, nach mehreren Gichten eine Portion Zuschlagskalk.

Der Ofengang hängt wesentlich vom Verhältniss zwischen Roheisen und Brennmaterial und der Windführung ab und ist ein normaler, wenn das Eisen im Herde hitzig und gaar ist, vor den nicht zu hellen Formen sich Brennmaterial zeigt und der Ofen rein geht. Bei zu hoher Temperatur (hitziger Ofengang) ist das dann minder feste Gussstücke gebende Eisen stark überhitzt, sehr dünnflüssig und frisst den Herd stark an; bei zu niedriger Temperatur (matter Ofengang) ist das Eisen dickflüssig, matt und zum Weisswerden geneigt; ist letzteres bei dickflüssigem Zustande nicht der Fall, so bläst der Wind zu schwach oder die Schlacke ist zu zähe. Als Mittel zur Umänderung des Ofenganges dienen: Abbrechen oder Zulegen an Eisen, Aenderung der Temperatur, Menge und Pressung des Windes, Reinigen von Formen und Herd, Bedecken des Vorherdes mit Kohlen zur Steigerung der Temperatur u. s. w. Ofengang.

Der Transport der Schmelzmassen auf die Gicht geschieht seltener auf Leitern, als auf Gichtbühnen von Holz oder Eisen, schiefen Ebenen oder mittelst Aufzügen (S. 178). Beschickungs-Transport.

Nach Stühlen beträgt die Production bei kleinen Oefen 600—1250, bei mittelgrossen 2500—4500, bei grösseren 5000—7500 kg. pro Stunde, zuweilen bis 11000 kg. und mehr. Production.

3. Entfernung der geschmolzenen Massen. Die Schlacke wird entweder vom Vorherd abgezogen oder läuft von selbst durch Augen in Kästen, oder wird von Zeit zu Zeit abgestochen, oder fliesst mit dem Eisen aus und wird dann in der Giesspfanne davon getrennt. — Das Eisen wird je nach Erforderniss des Betriebes meist in unregelmässigen Pausen entweder aus dem Entfernung der Schmelzproducte.

Vorherde ausgeschöpft oder aus demselben in Giesspfannen abgestochen, bei Mangel eines Vorherdes direct aus dem Herde in Pfannen oder gleich in die Formen u. s. w. Nach Entleerung sämmtlichen Eisens wird der Stich geschlossen, bei Sumpföfen auch ein Reinigen des Herdes vorgenommen. Grössere Oefen können einen continuirlichen Eisenausfluss gestatten.

Zu matt ausfliessendes Eisen wird durch einen Bleizusatz [1]) dünnflüssiger, auch wohl durch Aufstreuen von Kochsalz; füllt sich beim Guss die Form nicht vollständig, so fügt man Blei hinzu, dann das noch fehlende Eisen (Nordamerika).

Ausblasen.

4. Ausblasen. Man schwächt allmälig die Eisengichten, giebt zuletzt einige leere Brennmaterialgichten und hört mit dem Blasen auf, sobald die letzten Massen das Formniveau passirt haben, öffnet den Stich, lässt alles flüssige Eisen ab und räumt den Herd durch den Vorherd oder bei Mangel an solchem nach Entfernung der Vorsetzthür am Herde aus. Der Vortheil eines Niederblasens mit Kalkstein ist nicht so gross, wie beim Hohofenbetrieb (S. 202).

Die Dauer der Schmelzcampagne richtet sich nach den Bedürfnissen des Betriebes und dem Grade der Zerstörung des Herdes und währt häufig nur einen Tag, um anderen Tages wieder begonnen zu werden. Die Krigar'schen Oefen gestatten die längste Schmelzdauer, weil wenig Veranlassung zur Zerstörung des Herdgemäuers vorhanden ist. Cokesschlacke greift die Herdwände stärker an als Holzasche und erfordert öfteres Ausräumen.

Producte.

Als Producte erfolgen beim Cupoloofenbetrieb:

Gusseisen.

1. Gusseisen, dichter, feinkörniger und fester, als vor dem Umschmelzen (S. 216).

Schlacke.

2. Schlacken, aus der Asche des Brennmateriales, den am Roheisen haftenden Sand- und Schlackentheilen, aus Kalkzuschlägen, Ofenbaumaterial u. s. w. gebildet; je nach der Basicität glasig bis erdig, blau, grau, braun oder gelb; durch Pochen und Verwaschen von eingeschlossenen Eisenkörnern zu befreien. [2])

	SiO_2	Al_2O_3	CaO	FeO	MnO	MgO	CaS
a.	45.59	11.88	38.20	1.11	0.91	—	1.76
b.	31.8	24.20	21.00	22.4	—	0.6	—
c.	39.97	—	0.72	41.91	15.28	2.38	—

a. Humboldtilithschlacke. b. Von Cokesroheisen von Rans. [3]) c. Aus einer Wiener Stückgiesserei.

Gichtgase.

3. Gichtgase. [4]) Dieselben sind im Allgemeinen heisser und kohlensäurereicher als Hohofengase und zwar bei Cokes mehr, als bei Holzkohlen. Der geringere Kohlensäuregehalt der Hohofengase scheint durch die höhere Temperatur im Schmelzraume des Hohofens bedingt zu werden, bei welcher die Umwandlung der Kohlensäure rascher und vollständiger erfolgt, als in Cupoloöfen. Der intermittirende Gang der Oefen ist der Anwendung der Gase für gewöhnliche Zwecke hinderlich; sie sind indes hier und dort benutzt zur

1) B. u. h. Ztg. 1865, S. 202. 2) B. u. h. Ztg. 1871, S. 71. 3) B. u. h. Ztg. 1862, S. 26. 4) Analysen: Bgwfd. 8, 467. Verwendung: Bgwfd. 11, 125; Polyt. Centr, 1847, S. 917. B. u. h. Ztg. 1852, S. 261.

Winderhitzung (S. 222), zur Dampferzeugung[1]), zur Wiedereinführung in den Cupoloofen[2]), zum Vorwärmen des Roheisens[3]), zum Trocknen feucht gewordener Cokes[4]) u. s. w.

3. Capitel. **Flammofenschmelzen.**

47. Rohmaterialien und zwar — Schmelzmaterialien.

a. Roheisen. Zur Erzielung sehr fester Güsse (Hauptzweck des Flammofenbetriebs S. 218), wenn dieselben behuf weiterer mechanischer Bearbeitung noch hinreichend weich bleiben müssen (Kanonen, Maschinentheile), wendet man gaare hellgraue oder schwach halbirte Roheisensorten oder Gemenge von Graueisen mit bereits 1—2mal umgeschmolzenem stark halbirten Eisen (Russische Kanonen[5])) an, welche bei passender Ofenconstruction (Oefen mit Sumpf vor der Feuerbrücke) in chemischer Hinsicht sich möglichst wenig beim Umschmelzen verändern. — Roheisen.

Hierher gehören z. B. aus reinen, reichen Erzen von mittlerer Reducir- und Schmelzbarkeit erzeugtes Holzkohleneisen, wie solches aus schwedischen und uralischen Magneteisensteinen erfolgt, nicht zu siliciumreiche Hämatitroheisen. Von minderer Qualität, nicht zum Geschützguss, wohl aber für Walzen und feste Maschinentheile geeignet, sind die grauen und schwach halbirten Sorten aus Nassau, Westphalen, Mariazell u. s. w.

Für feste, aber harte Güsse (Hartwalzen, Ambösse, Hämmer u. s. w.) müssen derartige Eisensorten bei Flammöfen mit geneigtem Herd unter Einfluss von Luft noch weiter entkohlt werden, oder es lassen sich auch silicium- und graphitreichere Sorten verwenden, welche beim oxydirenden Schmelzen zunächst ihren Siliciumgehalt verlieren, wobei der Graphit in gebundenen Kohlenstoff übergeht und das Eisen weiss und körnig wird. Die oxydirende Wirkung kann befördert werden durch langsames Einschmelzen, Zuführung von Gebläseluft oder oxydirender Zuschläge u. s. w.

b. Zuschläge. Selten angewandt zur Beförderung der Oxydation, als: Glühspan, Braunstein[6]), Glätte[7]), Kalk in Gebläseflammöfen. — Zuschläge.

c. Brennmaterial, meist festes rohes, von dessen Qualität und Preis der technische und ökonomische Erfolg des Processes wesentlich mit abhängt. Der Flammofen kann mit dem Cupoloofen nur in der unmittelbaren Nähe der Productionsorte des Brennmaterials concurriren. — Brennmaterial.

Am geeignetsten ist eine langflammige fette Sinterkohle; zuweilen kommen noch zur Nutzung gute Braunkohlen (z. B. Leobener) und gedarrtes Holz[8]) (Perm, Mariazell). Ungedarrtes Holz und Torf, so wie schlechte Braunkohlen lassen, um bei hinreichender Hitze ein rasches Einschmelzen zu gestatten, nur einen kleinen, wenig Eisen fassenden Ofenquerschnitt zu, wobei sich aber Abbrand und Arbeitslöhne ungewöhnlich erhöhen.[9]) Mindere Brennstoffe können

1) B. u. h. Ztg. 1855, S. 177; 1862, S. 33. 2) B. u. h. Ztg. 1868, S. 188. 3) B. u. h. Ztg. 1866, S. 385. 4) B. u. h. Ztg. 1866, S. 385. 5) Tunner, Russlands Montan-Industr. S. 128. 6) Kerpely, Fortschr. 3, 120. 7) Oest. Jahrb. 11, 330. 8) Oest. Ztschr. 1857, S. 116. B. u. h. Ztg. 1868, S. 190, 204; 1872, S. 98. 9) B. u. h. Z. 1867, S. 291.

Gasofenbetrieb [1]) veranlassen (Eck'sche Oefen, Siemens' Regenerativöfen). Die Ueberhitze von Puddelöfen hat sich beim Umschmelzen nicht bewährt. [2]) Auf 100 kg. eingesetztes Roheisen gehen je nach der Ofenconstruction, der Schnelligkeit des Einschmelzens, dem Aschengehalt u. s. w. 12.5–25 kg. Steinkohlen, 70—100 kg. Braunkohlen und 0.226—0.454 cbm. Holz. Eisenabgang 6–10, selten bis 20 %.

Erfordernisse der Construction.

48. Schmelzöfen. [3]) Die Construction derselben muss rasches Einschmelzen bei hoher Temperatur mit dem geringsten Brennstoffaufwand und Metallverlust gestatten, wofür besonders förderlich sind: gehöriger Luftzug unter dem im Verhältniss zum Herde geräumigen Roste (Essen bis 32 m. Höhe, Erbauung des Ofens im Freien, Anwendung von Unterwind [4]) oder einem Exhaustor bei niedrigerer Esse), passend geneigtes Gewölbe, Herd aus schlechten Wärmeleitern (Sand oder Sand, Kohlenstaub, Cokesstaub und Lehm) bei solidem Herdmauerwerk, gutes Brennmaterial, sorgfältiges Schüren u. A.

Dimensionen.

Die Dimensionen richten sich hauptsächlich nach der Grösse der Eisencharge (1000—15000 kg.).

Herd meist 2—3 mal so lang als breit und 3—5 mal so gross, als totale Rostfläche; freie Rostfläche = 0.8 der totalen, Querschnitt über der Feuerbrücke 0.4—0.5, des Fuchses 0.1—0.2 der freien Rostfläche. Auf 100 kg. stündlich zu verschmelzendes Roheisen sind durchschnittlich erforderlich: 0.2 qm. totale und 0.12 qm. freie Rostfläche, 0.88 qm. Herdsohle, 0.02 qm. Fuchsquerschnitt, 0.05—0.066 qm. Querschnitt über der Feuerbrücke und der Schornsteinmündung.

Ofenconstructionen.

Je nachdem das Eisen beim Umschmelzen unverändert bleiben oder chemisch verändert werden soll (S. 217), je nach der Beschaffenheit des Brennmaterials u. s. w. wählt man unter nachstehenden Ofenconstructionen:

Direct befeuerte Oefen.

1. Oefen mit directer Feuerung, bei gutem Brennmaterial in Anwendung, und zwar

Staffordshireöfen.

a. Oefen mit Herdneigung nach der Feuerbrücke zu (Staffordshireöfen, Oefen mit vertieftem Herd) [5]), in welchen das Roheisen rasch einschmilzt und dem oxydirenden Einflusse der Luft schnell entzogen wird, so dass dasselbe in seinen Eigenschaften weniger verändert wird (Kanoneneisen, Bessemereisen u. s. w.), was noch durch eine bei dem rascheren Einschmelzen zulässige schmauchende Flamme begünstigt werden kann.

Beispiele.

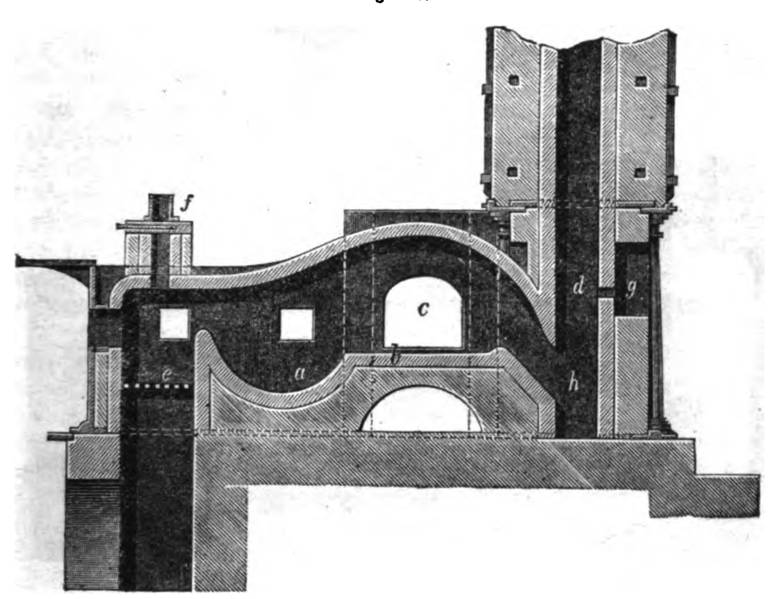
Mariazeller Ofen [6]) (Fig. 126). *a* Sumpf aus feuerfester Masse und Kohlenstaub, oben 1.569 m. lang und 1.778 m. breit. *b* Einsatzherd oder Bühne aus noch feuerfesterem Material, 2 m. lang und 1.4 m. breit. *c* Einsatzthür. *d* Esse 0.528 m. im Qu. *e* Feuerungsraum für gedarrtes Holz, 0.941 m. lang und 1.778 m. breit. *f* Schüröffnung mit Schieberverschluss, 0.262 m. im Qu. *g* Späheloch. *h* Fuchs, 0.528 m. weit. Höhe des Gewölbes über der Feuerbrücke 0.471 m., über dem Anfang des Herdes *b* am Sumpfe 1.412 m., am Ende des Herdes *b* 1.098 m. Einsatz 3000–4000 kg., 5stündiges Schmelzen, Probenehmen, Abstechen; Abgang 8 %, Verbrauch von 0.378—0.504 cbm. Holz auf 100 kg. Erzeugung.

---

1) Berggeist. 1871 No. 51. B. u. h. Ztg. 1872, S. 27. Dürre, c. l. 2, 359. 2) B. u. h. Ztg. 1868, S. 204. 3) Dürre, Giessereibetrieb 1, 427; 2, 119. Oest. Ztschr. 1857, S. 115, 188. Kerl, Met. 3, 374. Kerpely, Fortschr. 3, 217; 5, 235. 4) B. u. h. Ztg. 1860, S. 15, 18. 5) Desgl. 1860, S. 17; 1878, S. 126. 6) Oest. Ztschr. 1857, S. 116, 188; 1858, S. 245; 1868, S. 190, 204.

b. Oefen mit Herdneigung nach dem Fuchse (mit gestrecktem Herd). Dieselben bedürfen eines lebhafteren Feuers, | Gewöhnliche Flammöfen.

Fig. 126.



als die ersteren, um das Roheisen gut und flüssig einzuschmelzen und es findet ein stärkerer oxydirender Einfluss auf das dem Luftzuge mehr ausgesetzte Roheisen statt, welcher sich noch durch sauerstoffabgebende Zuschläge (S. 231) oder Gebläseluft (Königsbronn) steigern lässt. Es kommen deshalb diese Oefen besonders in Anwendung für die Ueberführung wenig fester graphithaltiger grauer Eisensorten in feste weisse körnige, aber harte (Hartwalzen-, Ambossguss), können aber auch bei entsprechender Eisenqualität und Arbeitsweise für Kanoneneisen benutzt werden. Der Herd hat entweder eine gleichmässige Neigung oder vor dem Fuchs einen schützenden Sumpf und danach liegt die Abstichöffnung entweder an der Seite oder am Fuchs.

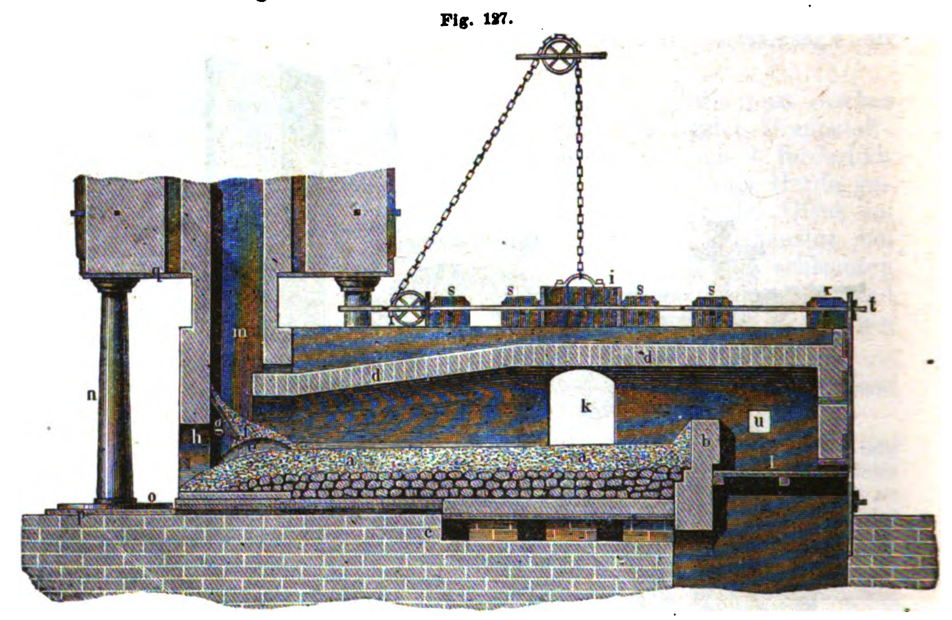
Saynerhütte (Fig. 127). *a* Herd aus Quarzsand oder solchem und Thon auf einer Unterlage von Schlacken, 0.497 m. dick. *b* Feuerbrücke, 0.262 m. breit und 0.313 m. unter dem Gewölbe. *c* Mauerwerk mit Abzügen. *d* Herdgewölbe, hinter der Feuerbrücke 0.628 m., am Fuchs 0.418 über dem Sandherd, 0.785 m. über dem Rost. *e* Stichöffnung im Sanddamm *f*, welcher sich gegen die gusseiserne Platte *g* lehnt. *h* Stichgewölbe, 0.706 m. hoch. *k* Einsatzöffnung mit Schiebthür *i*, 0.601 m. weit und 0.732 m. hoch. *l* Rost 0.994 m. lang und 1.206 m. breit. *m* Esse, 0.471 m. weit, ruhend auf Säulen *n* mit Fussplatten *o*, Sohlplatten *p* und aufgelegten Tragplatten *q*. Herd 2.511 m. lang, an der Feuerbrücke 1.206 m. breit, sich kurz vor dem Fuchs auf 0.497 m. verengernd. *r* gusseiserne Platten. *s* gusseiserne Ankerplatten. *t* Anker. *u* Schürloch. Kohlenverbrauch 82 Proc vom Einsatzroheisen, Schmelzabgang 8 Proc. | Beispiele.

Spandau. Ofenherd 3.373 m. lang, an der Feuerbrücke 1.6 m., am Fuchs 0.79 m. breit. Einsatz 3350 kg., Kohlenverbrauch 63 Proc.

Gasöfen.

2. Oefen mit indirecter Feuerung (Gasöfen), welche die Verwendung von minderem Brennmaterial zur Erzeugung einer

Fig. 127.



Temperatur zulassen, die bei directer Verbrennung nicht erzielt werden kann. Dieselben sind jedoch noch sehr vereinzelt in Anwendung gekommen als:

Beispiele.

a. Eck'scher Fein- oder Weissofen[1]), ursprünglich zum Feinen (oxydirenden Schmelzen) des Roheisens als Vorbereitung für den Frischprocess angewandt, dann auch für Walzenguss in Oberschlesien, um hartes Eisen zu erzeugen.

Dieses lässt sich aber sicherer und bequemer in einem gewöhnlichen Flammofen durch zweckmässiges Gattiren verschiedener Roheisensorten erreichen.

b. Permer Holzgas-Staffordshireofen.[2]) Fassungsraum 16375 kg., Vorwärmen während 2 St., Schmelzen während 4—6 St. bei durch Schlitze im Gewölbe zugeführtem Oberwind; Verbrauch von 0.226 cbm. gedarrtem Holz auf 100 kg. Roheisen zum Kanonenguss. Chargen von 7500 kg. und darüber dauern 8—10 St.

c. Siemens' Regenerativofen. Wegen Kostspieligkeit seiner Anlage empfiehlt sich dieser Ofen nur für einen continuirlichen Betrieb oder wo das Einschmelzen sehr grosser Chargen von Roheisen bei minderem Brennmaterial geboten ist (Ofen von A. Hoppe & Co. in Berlin mit 15000—20000 kg. Einsatz, Ofen der Steyerschen Industriegesellschaft).

Hinreichende Erfahrungen über den Werth des Ofens beim Giessereibetriebe liegen noch nicht vor, namentlich nicht darüber, ob darin ein continuirliches

---

1) Karsten's Arch. 2. R. 17, 195; 20, 475; 21, 512. B. u. h. Ztg. 1843, S. 611; 1846, No. 39; 1847, S. 359, 814. Dürre, c. l. 2, 359. 2) Tunner, Russlands Montanindustr. S. 125, 131; Holzdarrofen: S. 132. B. u. h. Ztg. 1872, S. 98 (Abbild.).

Schmelzen und Ausfliessenlassen von Eisen zu ermöglichen ist, was man bei gewöhnlichen Flammöfen nicht hat erreichen können.

Sonstige Constructionen.

Als sonstige abweichende Constructionen sind unter Anderem zu erwähnen:

Corbin's parabolischer Ofen mit Unterwind[1]), Maudlay's Ofen mit rotirendem Herd[2]), Hoppe's continuirlicher Flammofen[3]), Gaudin's combinirter Tiegel- und Flammofen mit Gasfeuerung[4]) u. a.

Manipulationen.

49. Flammofenbetrieb. Es kommen dabei hauptsächlich nachstehende Operationen vor: Einsetzen der ganzen Charge bei Oefen mit gestrecktem Herd in die Nähe der Feuerbrücke, bei Oefen mit vertieftem Herd auf die geneigte Ebene vor dem Sumpf, dichtes Verschliessen der Einsatzthür, glühend Feuern, dann Beschleunigung des Schmelzens durch regelmässiges und öfteres Aufgeben kleiner Brennmaterialmengen, zeitweiliges Vorbewegen ungeschmolzener Stücke oder auch Rühren mit einem Haken, zuletzt nach dem Einschmelzen (z. B. nach 3—6 Stunden) $^1/_2$—1 stündiges Scharffeuer zum Ueberhitzen des Bades (unter Umständen noch mehrstündige Einwirkung oxydirender Gase, Zusatz von Glühspan, mehrmals umgeschmolzenem Roheisen u. s. w., bis eine in eine Masseform gegossene Probestange den richtigen Bruch anzeigt), Abstechen des flüssigen Metalles in eine Giesspfanne mit Stopfen am Boden oder einen mit bündigem Sand ausgeschlagenen flachen Sumpf (Tümpel), mit einer eisernen Platte nach der Form zu geschlossen, deren mit einer Vorsetzschaufel geschlossene Ablassöffnung erst dann gelüftet wird, wenn alles Eisen ausgeflossen ist; Ausräumen von durch Oxydation des Eisens veranlassten Ansätzen (Schaleneisen), Ebenen des Herdes und Wiederbesetzen des Ofens.

4. Capitel. Bessemerofenschmelzen.

Roh-Material.

50. Rohmaterial. Zur Erzielung eines stark halbirten, mehr körnigen als strahligen Roheisens für in Coquillen zu giessende Hartgeschosse wird auf russischen Hütten[5]) graues finnisches und engl. Roheisen No. 1 u. 3 im Cupoloofen mit Cokes umgeschmolzen, in eine vorgewärmte Bessemerbirne abgestochen und so lange Wind durchgeblasen, bis in eine kleine Coquille gegossene Schöpfproben das richtige Bruchansehen haben. Nur im Bessemer- und Siemensofen lässt sich solch kohlenarmes Roheisen hinreichend flüssig erhalten.

———

2. Abschnitt.

Förmerei.

Verfahren.

51. Zweck. Die Förmerei umfasst die Anfertigung von Hohlformen nach Modellen oder Chablonen, mit Hand oder Maschinen von der Gestalt der herzustellenden Gegenstände und die Ausfüllung

1) B. u. h. Ztg. 1860, S. 15. 2) Polyt. Centr. 1859, No. 11. 3) B. u. h. Ztg. 1862, S. 33. 4) Kerpely, Fortschr. 3, 120. 5) Tunner, Russlands Montanindustr. S. 130.

der Formen mit Eisen, entweder durch directes Einleiten aus dem Schmelzapparat oder aus grösseren Giesspfannen (Gabelpfannen, Schwingkesseln, Krahnpfannen) oder mittelst kleiner Kellen.

Meist werden die Formen aus plastischen Materialien (Sand, Masse, Lehm) nur für einen Guss hergestellt, dann wieder zerstört, was billiger ist, als feste Formen, z. B. von Eisen zu haben, welche nur für gewisse Gegenstände, die durch rasche Wärmeentziehung gehärtet werden sollen, angewandt werden.

52. Formmaterialien. Als solche verwendet man hauptsächlich:

Plastische Massen.

1. Lose plastische Massen von hinreichender Feuerbeständigkeit, ohne Gase zu entwickeln, Porosität und Widerstandsfähigkeit gegen den Druck des flüssigen Eisens in folgenden Gestalten:

a. Magerer Sand[1]), welcher die Fähigkeit besitzen muss, mit einer gewissen Menge Wasser angefeuchtet, dem Eisen hinreichend widerstehende ungetrocknete Formen zu geben, der Sand muss stehen (grüner Sandguss). Die Vorbereitung[2]) des Sandes, so wie anderer Formmaterialien besteht in einem Zerkleinern (Poch- und Walzwerke, Koller- und sonstige Mühlen, Trommelwerke), Trocknen und Sieben.

Die Förmerei in feuchtem Sande und in Formkasten ist zuerst von dem Modellmeister Stilarsky 1824 in der Berliner Eisengiesserei ausgeführt (daher fonte de Berlin). Statt Sandes hat man auch Eisenhohofen- und Frischschlacken[3]) zu Gänzeformen angewandt.

b. Fetter Sand (Masse), thonhaltiger Sand, wegen zu geringer Porosität den beim Giessen in feuchtem Material entwickelnden Wasserdämpfen keinen Ausgang gestattend, weshalb die Formen aus Masse gebrannt werden müssen.

Solche Sande kommen entweder natürlich vor oder werden künstlich zusammengesetzt aus Thon und Sand oder Chamotte, dann organischen Substanzen (Haare, Stroh, Häcksel, Kohlenstaub u. s. w.) zur Auflockerung. Beim Sieben schon gebrauchten Formsandes erhält man noch weiter nutzbar zu machendes eingemengtes Eisen.

c. Lehm, unreiner sandiger Thon aus dem Alluvium und Diluvium, von grosser Plasticität im nassen, sowie von grosser Härte und Festigeit im scharf getrockneten Zustande, jedoch mit den übeln Eigenschaften grosser Dichtigkeit und Veränderlichkeit des Volumens (Reissen) in der Hitze; erstere zu beseitigen durch Zusatz organischer Körper (Haare, Sägespäne, Pferdemist) und Luftabzüge in der Gussform (Windpfeifen), letztere durch Sandzusätze.

d. Gyps[4]), für sich oder im Gemenge mit Sand bei Kernen von Lehmguss, bei Modellguss zur Herstellung von Lehrböden in Sand u. s. w.

Gusseisen.

2. Gusseisen, seltener zur Herstellung mehrerer Abgüsse hinter einander (süddeutscher Schwenkguss)[5]), als von Gegenständen mit abgeschreckter, harter, weisser Oberfläche in Schalen, Co-

1) Ueber Formsand: Dürre c. l. 1, 225. Kerl, Met. 3, 383. Schott, Kunstgiesserei in Eisen, S. 5 (Ilsenburg). B. u. h. Ztg. 1867, S. 431 (Lauchhammer); 1868, S. 39 (Dürre); 1874, S. 9 (Ilsenburg). 2) Polyt. Centr. 1858, S. 244. B. u. h. Ztg. 1847, S. 230. Dürre c. l. 1, 691. 3) Oest. Ztschr. 1858, S. 236. B. u. h. Ztg. 1863, S. 304. 4) B. u. h. Ztg. 1874, S. 11. 5) Dingl. 167, 121.



quillen, Patronen oder Kapseln[1]), (Coquillen- oder Schalenguss für Hartwalzen[2]), Eisenbahnwagenräder[3]), Spurkranzreifen, Pflugschare, Glocken, Ambösse, Pochschuhe und Hämmer, Kanonenkugeln mit Hartspitze[4]), Kreuz- und Herzstücke[5]) u. s. w.).

Die bis 20 cm. und mehr dicken Formen (Coquillen) werden meist angewärmt (selten mit überhitztem Wasserdampf)[6]), dann mit einem Ueberzuge versehen (Graphit, Steinkohlentheer, Kreide, Lehm im Gemisch mit Holzkohle und Wasser), selten durch Circulation von Luft oder Wasser in hohlen Wänden abgekühlt.[7]) Peters[8]) erzeugt Kugeln und Röhren in rotirenden eisernen Formen und Passet[9]) wendet zum Härten der Güsse statt der theuren Coquillen überhitzten Wasserdampf an.

3. Kohlenstaub.[10]) Derselbe wird angewandt: Kohlenstaub.

a. Als Zusatz zum Formsand und zwar in Gestalt von Steinkohlenpulver, um ein Fritten des Sandes zu verhüten, indem jedes Sandkorn sich mit einer Gasschicht umhüllt und mit einem anderen nicht in Berührung kommt. Ausserdem macht Steinkohle die Masse plastischer.

Holzkohle und Cokes[11]) können beim Sandguss Steinkohlenpulver nicht ersetzen, dienen aber als Zusatz, wie auch Graphit[12]) bei sehr dichtem Formmaterial, z. B. Lehm, dessen Feuerbeständigkeit dadurch zugleich erhöht wird. Bei Ornamenten- und feinem Bauguss[13]) vermeidet man Steinkohlenpulver, weil dasselbe matte und fleckige Abgüsse erzeugt.

b. Als Ueberzug der Gussformen, entweder pulverförmig (gestampft, nicht gemahlen) auf grüne Sandformen aufgepudert oder als Schwärze bei getrockneten Formen (Lehm-, Masseguss, Kerne) aufgetragen, in ersterem Fall zur Verhütung des Anbrennens des Sandes am Eisen und zur Erzielung sauberer Oberflächen.

Weniger zweckmässig, aber billiger als Kohlenstaub ist ein Gemenge von trocknem Thon und Cokes in gemahlenem Zustande; auch ist Kartoffelstärke[14]) statt Kohlenstaubs empfohlen.

Die Schwärzen, welche auch beim scharfen Trocknen der Gegenstände nicht verbrennen dürfen, setzt man am besten zusammen aus Graphit, Kohlenstaub, Thon und Flüssigkeit vom Auslaugen des Pferdedüngers oder aus Graphit, Cokes und Pferdedüngerjauche (leichter zerstört beim Trocknen werden Compositionen aus Thonwasser und Kohlenstaub; aus Leimwasser oder Bierhefe mit Weizenmehl und Kohlenstaub gekocht).

Holzkohle und Graphit verhüten das Anbrennen; Thon wirkt als Bindemittel und die Ammoniaksalze im Pferdemistextract machen theils die Formen beim Trocknen porös, theils verhindern sie durch Bildung einer gasförmigen Schicht die Berührung des flüssigen Eisens mit der Kohle und schützen diese gegen Verbrennung.

4. Antimon. Zur Herstellung von Hartgussstücken wird in die Gussform eine dicke Lage von mit Weingeist angerührtem me- Antimon.

---

1) Dürre, c. l. 1, 755; 2, 469. 2) Berggeist 1860, No. 99. Oest. Jahrb. 10, 490. Oest. Ztschr. 1857, S. 188; 1861, No. 36. Kerpely, Fortschr. 5, 156. Kerpely, Eisenhüttenwesen in Ungarn S. 192, 268. Ders., Ausst.-Ber. S. 150. 3) Kerpely, Fortschr. 2, 156; 7, 198. Polyt. Centr. 1866, S. 840. Kerpely, Ausst.-Ber. S. 145. Polyt. Centr. 1874, S. 570. 4) Kerpely, Ausst.-Ber. S. 148. 5) Kerpely, Ausst.-Ber. S. 147. 6) B. u. h. Ztg. 1859, S. 410. 7) Dingl. 131, 434. 8) B. u. h. Ztg. 1856, S. 421. 9) B. u. h. Ztg. 1857, S. 50. 10) B. u. h. Ztg. 1871, S. 293. 11) B. u. h. Ztg. 1866, S. 386. 12) Ueber Graphit: B. u. h. Ztg. 1872, S. 200; 1873, S. 167, 176, 184; 1874, S. 47, 108. Deutsch. Engineering 1874, No. 6. Kerpely, Fortschr. 2, 152; 3, 129. 13) B. u. h. Ztg. 1874, S. 27. 14) Oest. Ztschr. 1855, S. 119.

tallischen Antimon gebracht, getrocknet und Eisen eingegossen, wo sich dann eine harte Legirung von Eisen und Antimon bildet (Ganz' Methode[1])).

53. Vorrichtungen und Geräthe zur Herstellung und weiteren Behandlung der Formen. Es gehören u. A. hierher:

Modelle u. s. w.

1. Formgebende Geräthe (Modelle, Maschinen, Chablonen, Kernkasten). Die Modelle[2]) für häufigen Guss bestehen aus Metall und sind gegossen (meist aus Eisen, für feinere Sachen aus Messing oder Bronce) oder aus Eisenblech, selten aus Metallblech aus freier Hand oder mittelst Pressen getrieben, angewandt für hohle Gegenstände mit schwacher, gleich dicker Hülle. Für seltener herzustellenden Guss verwendet man Holzmodelle, untergeordnet solche aus Gyps, Wachs, Thon. Bei Anfertigung der Modelle ist das Schwindmaass des Eisens (S. 35) zu berücksichtigen.

Chablonen.

— Chablonen, welche den Umriss der Gestalt des Gusskörpers normiren, kommen zuweilen in Anwendung (Lehmförmerei, Darstellung von Rotationsformen bei offenem Herdguss u. s. w.), häufiger dagegen neuerdings Formmaschinen[3]) für Röhren, Schienenstühle, Geschützkugeln, Geschirre, Zahnräder ohne Modell u. s. w., wenn grosse Mengen von gleichen Gegenständen herzustellen oder hohe Modellkosten zu vermeiden sind.

Formmaschinen für Röhren werden unter Anderem angewandt in England, zu Marquise bei Calais, in Ottingen, Duisburg, Bayenthal, Halberger Hütte, Charlottenburg bei Berlin u. s. w. Sie beschränken zwar die Handarbeit auf das Nothwendigste, scheinen jedoch noch nicht sicher genug zu arbeiten, so dass viel Ausschuss entsteht, weshalb man mehrfach die Einführung der ganzen Methode auch wegen Kostspieligkeit vermieden hat und nur Maschinenbetrieb ohne Formmaschine betreibt, indem man das Einstampfen mit der Hand vornimmt, die Bewegung der Krahne, Formkasten u. s. w. aber durch Maschinen (Mühlheim a. R., Wasseralfingen, Gröditz in Sachsen, Hannover, Pont-à-Mousson, Kladno in Böhmen u. s. w.).

Kerne.

Kerne, massive Ausfüllungen der hohlen Formen, werden aus freier Hand, in Formkästen (Kernkästen) oder mittelst Pressen (Kerndrücker) aus Sand, Masse oder Lehm hergestellt, wohl an hölzernen, mit Stroh umwickelten, zu drehenden Spindeln (Kerneisen) oder durchlöcherten Rohren (Laternen) befestigt. Zum Kanonenguss dienen auch eiserne hohle Kerne, durch eingeleitetes Wasser (Rodman's oder amerikanisches Verfahren, z. B. in Russland)[4]) oder Luft (Finspong) gekühlt. Kernmarken, Vorsprünge am Modell, bilden die Höhlungen in der Form, in welchen der Kern sein Auflager erhält.

Formtheile.

2. Theile der Formen ausmachende Geräthe, als: Formkasten (Giessladen) aus Holz oder Eisen, ein- und mehrtheilig, durch Stifte, Haken und Oesen in den einzelnen Theilen zu verbinden und wohl mit vorspringenden Rändern oder Querrippen zum

---

1) Deutsche Ind.-Ztg. 1868, S. 298. Kerpely, Fortschr. 7, 201. B. u. h. Ztg. 1872, S. 71. Kerpely, Ausst.-Ber. 1873, S. 146. 2) Dürre c. l. 1, 756; 2, 371. Dingl. 194, 292, 352. Berggeist 1872, No. 20. B. u. h. Ztg. 1867, S. 444; 1874, S. 27. Polyt. Centr. 1874, S. 570. 3) Dürre c. l. 2, 471. Kerl, Met. 3, 387. Preuss. Ztschr. 12, 324. Polyt. Centr. 1871, S. 827. B. u. h. Ztg. 1874, S. 141. Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 18, 759. 4) Tunner, Russlands Montanindustrie S. 125. Kerpely, Fortschr. 2, 153.

Festhalten des Sandes versehen; Gehänge und Spreitzen, um dem Sand in der Form mehr Halt zu geben; Kernstreben, Armaturen u. s. w. zum Befestigen der Kerne u. s. w.

Förmergeräthe.

3. Geräthschaften der Förmer. Formbänke, Formbretter, Stampfer, Richtscheite, Streichbleche, Streichbretter, Spatel, Räumnadeln, Hämmer, Blasbalg, Staubbeutel, Pinsel, Zirkel, Schaufel, Besen, Schraubzwingen u. s. w.

Darrkammern u. s. w.

4. Vorrichtungen zur Vorbereitung der Formen zum Guss, als: Darrkammern[1]), zum Trocknen und Brennen der Formen, quadratische oder oblonge Räume von verschiedener Höhe mit eiserner Thür und directer oder indirecter Feuerung.

In ersterem Falle liegt der Rost möglichst tief der Vorderseite gegenüber, mit Thür zum Füllen von aussen; eine der Feuerung diametral gegenüber, besser unten als oben in der Kammer befindliche Oeffnung führt die verbrennenden Gase in die Esse ab. Die Formen stehen frei oder in transportabeln Gerüsten oder sind in der Kammer aufgehängt. Bei indirecter oder Gasfeuerung[2]), welche die Nutzung von schlechtem Brennstoff und eine gleichmässigere Erwärmung gestattet, durchstreichen die Gase ein mit Eisenplatten gedecktes Canalsystem am Boden der Kammer, während die Wasserdämpfe aus derselben unter Nachdringen trockener Luft in den Schornstein ziehen. Ausnahmsweise erhitzt man die Kammern durch die Abhitze anderer Apparate, z. B. durch Hohofengase[3]), durch erhitzte Gebläseluft (gewöhnlich zu theuer), durch eiserne oder thönerne Oefen u. s. w. Häufig erhitzt man rascher und besser ohne Darrkammern nur die inneren, der Einwirkung des flüssigen Eisens direct ausgesetzten Formtheile, z. B. durch Einhängen von Kohlenkörben in die Dammgrube bei Lehmformen, Einleiten der Feuergase von einer gemeinschaftlichen Feuerung in die ringsum aufgestellten Formen[4]), bei der Röhrenförmerei durch Einleiten von Feuergasen von einer Centralheizung oder untergesetzten Oefchen unten in die senkrecht hängenden Formen (Kladno)[5]), Einleiten von Generatorgasen in einen Canal mit eiserner Deckplatte und Düsen darin, über welchen die Röhrenformen aufgehängt sind (Königin Marienhütte, Gröditz).[6])

Dammgruben.

Dammgruben[7]), Vertiefungen in der Hüttensohle, in Cementguss ausgemauert oder aus wasserdicht vernietetem Eisenblech ausgeführt, in welchen Lehm- oder Masseformen von grossen, in verticaler oder geneigter Stellung zu giessenden Gegenständen in Formsand fest eingegraben (eingedämmt), mit Gewichten beschwert, wohl in der Dammgrube getrocknet (S. 239) und abgegossen werden. Dabei tritt das Eisen durch Eingüsse entweder von oben in die Form oder behuf Erzielung reinerer und wegen Entfernung von Luftblasen dichterer Güsse durch einen Canal im Eindämmungssand von unten (Giessen mit Steigrohr, stehender Guss)[8]), z. B. für Kanonen, Walzen, Röhren. Es giebt auch nicht permanente Dammgruben und solche über der Erde.

Transportvorrichtungen.

5. Transportvorrichtungen. Wagen oder wagenartige Gestelle zum Transport der Formen, Kerne u. s. w. in die Trockenkammern; Lauf- und Drehkrahne[9]), Flaschenzüge, elliptische Eisenbahnen[10]) für den systematischen Formentransport u. A.,

1) Dürre c. l. 1, 700. B. u. h. Ztg. 1871, S. 228; 1872, S. 385. Kerpely, Fortschr. 7, 187. 2) B. u. h. Ztg. 1872, S. 387. 3) B. u. h. Ztg. 1860, S. 313, 371. Dingl. 154, 100. 4) Kerpely, Fortschr. 7, 188. Stummer's Ingenieur 1875, Bd. 3. No. 53. 5) Polyt. Centr. 1872, No. 13. 6) B. u. h. Ztg. 1872, S. 388. 7) B u. h. Ztg. 1871, S. 228. Dürre c. l. 1, 709. 8) B. u. h. Ztg. 1872, S. 159. 9) Dürre c. l. 1, 655. B. u. h. Ztg. 1871, S. 205. 10) B. u. h. Ztg. 1871, S 347.

welche Vorrichtungen sich, wie die Trockengruben, Darrkammern und Schmelzöfen, in der Giesshalle[1]) befinden.

Auswahl.

54. Formmethoden. Je nach der Grösse, der äusseren Gestalt, den Eigenschaften, welche der zu erzeugende Gegenstand erhalten muss u. s. w., unterscheidet man:

Sandförmerei.

1. Sandförmerei. Das Giessen in feuchtem, magerem, grünem Sand, einfach und am billigsten auszuführen, eignet sich für kleinere Gegenstände ohne stark hervorspringende, viel Kerne erfordernde Theile, welche nicht der grössten Weichheit bedürfen. Je nach der mehr oder weniger complicirten Gestalt der abzugiessenden Stücke wählt man:

Herdförmerei.

a. Herdförmerei für einfache, flache Gegenstände, bei welchen das Modell in den Formsand des Herdes, eines vor dem Schmelzofen auf der Hüttensohle befindlichen Raumes, eingedrückt wird. Bedarfs nur einer glatten Seite des Gegenstandes, während die andere rauh sein kann, so giesst man das Eisen in die oben offene Form ein (offener Herdguss, z. B. für Ofenplatten, Frischfeuer-Böden, Wellringe, Roststäbe, Gitter, Gänze, Würfeleisen, Zahnräder u. s. w.). Müssen Ober- und Unterfläche glatt sein, so deckt man auf die Form bei unbedeutender Oberfläche einen mit Sand gefüllten Formkasten, bei grosser Oberfläche einen Rahmen mit Gitterwerk, welcher mit Sand ausgeschlagen, Verzierungen u. s. w. enthält (verdeckter Herdguss, z. B. bei beiderseitig verzierten Platten, Radkränzen u. s. w.). Zuweilen müssen Kerne aus getrockneter Masse eingesetzt werden, z. B. bei Zahnrädern, und durch Einlegen von mit Kohle geschwärzten Eisenstücken in die Form erzeugt sich an den betreffenden Stellen eine härtere Oberfläche (Ambösse, Hämmer, Pochsohlen u. s. w.).[2])

Kastenförmerei.

b. Kastenförmerei für Gegenstände von complicirterer, ringsum begrenzter Form, das ganze oder zu theilende Modell in zweitheiligen (Cylinder, Kugeln, Gitter, Zahnräder u. s. w.) und mehrtheiligen Kästen eingeformt (Ofenröhren, Töpfe, Kessel u. s. w.), nöthigenfalls die Formen mit eingesetzten Kernen versehen. Der Formsand muss feiner und etwas fetter als bei der Herdförmerei sein.

Beispiel.

Herstellung eines Bauchtopfes im dreitheiligen Formkasten. Aufstellen des in verticaler Richtung getheilten Modelles mit der Oeffnung nach unten auf ein auf dem Formtisch stehendes Modellbrett, Darumstellen des zweitheiligen Mittelkastens, so dass dessen Theilungsschnitt dem des Modelles entspricht, Vollstampfen des Kastens mit feuchtem Sand, wobei nicht an das Modell gestampft werden darf, weil sonst das Eisen kocht, und vorheriges Anhalten des zweitheiligen Henkels stumpf ans Modell, bis er vom Sande fest angedrückt ist, Aufsetzen eines niedrigeren Kastentheiles, Glattstreichen des Sandes um den Topfboden herum, Bepudern der Fläche mit feinem trocknen scharfkantigen Sand zur Verhütung des Klebens. Aufsetzen des keilförmigen hölzernen Eingusses, Vollstampfen des Oberkastens mit feuchtem Sand, Abstreichen des Ueberschusses mittelst Lineals, Umkippen des Kastens, so dass die Topföffnung zu oberst kommt, Vollstampfen des Topfes mit feuchtem Sand, Glätten des Sandes um den Topf herum und Bestreuen dieses Theiles, nicht des Topfinnern mit Sand, Aufsetzen des Unterkastens, Vollstampfen desselben mit Sand, Abstreichen des Ueberschusses, Wiederumkippen des dreitheiligen Kastens, Einstechen von Luftlöchern

1) B. u. h. Ztg. 1871, S. 199. 2) Kerpely, Fortschr. 4, 130. B. u. h. Ztg. 1870, S. 439.

(Windpfeifen) bis zum Modellboden, Herausnehmen des Eingussmodelles, Putzen der Eingussöffnung, Abnehmen des Oberkastens, Bepudern der Bodenfläche mit Kohlenstaub und Glätten, seitliches Abziehen der beiden Hälften des Mittelkastens, Bepudern mit Kohlenstaub und Glätten derselben, nachdem die zweitheiligen Henkmodelle herausgenommen, Wegziehen der beiden Modellhälften von dem auf dem Unterkasten stehenden Kern, Bepudern desselben mit Kohlenstaub und Glätten, Anschieben der beiden Hälften des Mittelkastens, Aufsetzen des Oberkastens und Beschweren desselben mit Gewichten, wo dann die Form zum Guss fertig ist.

2. Masseförmerei, in ähnlicher Weise wie Kastenförmerei mit magerem Sand ausgeführt, nur wird die Masse fest auch um das Modell herum eingestampft, die Formtheile werden geschwärzt und mehr oder weniger scharf getrocknet. Solche getrocknete Formen sind haltbarer, erleichtern das Herausnehmen complicirter Modelle, schützen vor Beschädigung beim Giessen und lassen einen dichteren Guss zu wegen verminderter Gas- und Dampfbildung, erfordern allerdings mehr Zeit und Brennstoffaufwand. Masseförmerei.

Dieses Verfahren kommt in Anwendung für umfangreichere und complicirtere Stücke nach Modellen (Röhren[1]), grosse Cylinder, Geschütze[2]), kleinere Walzen, Chabotten[3]) u. s. w.), dann auch für kleinere Gegenstände, um deren Verzierungen u. s. w. feiner und schärfer auszudrücken (Luxusartikel, Verzierungen auf Gitterwerk u. s. w.), ferner für Gegenstände mit stark einspringenden Winkeln (in der Kunstförmerei für Statuen, Ornamente[4]) u. s. w.), wobei entweder das Modell ungetheilt ist und auf demselben viel abhebbare Sandkerne gebildet werden oder das Modell aus vielen kleinen Theilen besteht, oder bei getheiltem Modelle Kerne angebracht werden (Formverfahren für die Minervaschale des Hildesheimer Silberfundes)[5]). Zuweilen werden Rotationskörper (grosse Walzen, Wellen, Rohre, Geschütze ohne Zapfen u. s. w.) mit Hülfe von Chablonen und eigenthümlichen Kasten in gestampfter Masse rasch und sicher bei dauerhafter Form ausgedreht.

3. Lehmförmerei. Dieselbe wird besonders für Kerne an Spindeln und Laternen (S. 238) und grosse hohle Rotationskörper angewandt, für welche es statt eines Modelles nur der Chablonen bedarf (Glocken, Kessel, Walzen[6]), Geschütze[7]), Rohre mit Muffen und Flantsch, schwere Räder, Balanciers u. s. w.), ferner für complicirtere Formen in grösserer Ausdehnung (in der Kunstförmerei für Statuen, Ornamente u. s. w.). Wegen geringer Leistungsfähigkeit, grossen Zeit- und Kostenaufwandes ist dieses älteste Verfahren vielfach durch Masseförmerei verdrängt. Lehmförmerei.

Formverfahren für eine Glocke: Aufmauern des Kerns in der Dammgrube, Ueberkleiden desselben mit Lehm, Herstellung der innern Gestalt mittelst Chablonen, die sich um die Axe des Kernes drehen, Trocknen des Kernes durch ein Feuer in der Dammgrube, Ueberstreichen desselben (Aschen, Schlichten) mit einer Mischung von Asche und Bier oder Wasser, Trocknen des Anstrichs, Auftragen von feinem Lehm (Eisenstärke, Hemd, Modell, Dicke) in der Stärke und Gestalt der zu erzeugenden Glocke mittelst Chablonen oder aus freier Hand, Aschen, Trocknen, Aufsetzen des aus feinstem Lehm zubereiteten Mantels, Austrocknen, Abziehen des Mantels in einem Stück nach oben oder in einzelnen Beispiel.

1) Kerpely, Fortschr. 3, 132; 4. 115, 116, 119, 151; 5, 134; 6, 156, 157, 158. B. u. h. Ztg. 1872, S. 235; 1873, S. 11, 159. Presse zum Röhrenprobiren: Kerpely, Fortschr. 4, 122. Dürre c. l. 2, 472. Oest. Ztschr. 1858, S. 245. Kerpely, Eisenhüttenwesen in Ungarn S. 266. Ders., Ausst.-Ber. S. 141. 2) B. u. h. Ztg. 1852, S. 561; 1857, S. 269, 365; 1868, S. 250; 1872, S. 16, 42, 84; 1873, S. 11; 1874, S. 32. Kerpely, Fortschr. 2, 153. Knut-Styffe-Tunner, Ber. über die Fortschritte des Eisenhüttenwesens 1868, S. 35. Tunner, Russl. Montanind. S. 125. 3) Kerpely, Fortschr. 4, 123, 129. B. u. h. Ztg. 1868, S. 180; 1869, S. 106, 107; 1874, S. 1. Berggeist 1869, No. 3. 4) B. u. h. Ztg. 1874, S. 9. 5) Schott, Kunstgiesserei in Eisen S. 24. 6) Oest. Jahrb. 10, 487. 7) Tunner, Eisenhüttenwesen in Schweden 1858, S. 36. B. u. h. Ztg. 1857, S. 269.

Stücken seitwärts, Wegnahme des Hemdes, Putzen, Schwärzen und Brennen von Kern und Mantel, Anbringen des letzteren über dem Kern, Verschmieren der Nähte, Umwinden des Mantels mit Draht (Armiren) und Eindämmen der Form unter Anbringung eines Steigrohres (S. 239) zum Gusse von unten. Bei anderen Rotationskörpern legt man wohl die Chablone fest und dreht die Form in einer Drehlade.

Kunstförmerei: Herstellung des Hemdes früher aus Wachs[1]) (1816 von Schadow versucht, seit 1824 in Gleiwitz, Sayner Hütte und Lauchhammer angewandt) und Ausschmelzen desselben aus der Lehmform, ein mühseliges und geschickte Hände erforderndes Verfahren.

Schalenguss.

4. Schalenguss (Coquillen-, Kapsel-, Hartguss).[2]) Derselbe besteht in einem Eingiessen des Roheisens in eiserne Formen (Schalen, Coquillen), wobei sich dasselbe je nach deren Dicke und Temperatur mehr oder weniger tief abschreckt (S. 5, 45) und dabei oberflächlich weiss und härter wird. Es eignet sich zu solchen Güssen am besten ein Roheisen, welches in Masse oder Lehm gegossen ein halbirtes oder zum Weisswerden sonst geneigtes Product geben würde, häufig durch Gattiren verschiedener Roheisensorten (z. B. von dunkelgrauem Eisen mit weissem Feineisen oder weissem Brucheisen, von Roheisen mit Stahl- oder Schmiedeeisenabfällen) zu erzielen. Das zum Hartguss geeignete zähe und dichte Material wird besonders in Holzkohlendistricten aus Spath- und Brauneisensteinen erblasen.

Die erzielten Güsse mit weichem grauen Kern und weisser harter Hülle verbinden mit der dem grauen Eisen eigenthümlichen Zähigkeit und Weichheit im Innern die Härte des Stahls auf den Aussenflächen und es tritt der Hartguss neuerdings häufig auf dem Gebiete des Eisenbahnbaues, des Kriegswesens und des Walzhüttenbetriebes als Concurrent des Stahles auf. Glockner's Composition[3]) besteht aus Gusseisen mit 20 Proc. Gussstahl; Grüsonmetall[4]) aus Buckau für Hartgeschosse enthielt 2.15—2.40 Proc. Kohlenstoff und 0.02—0.03 Proc. Schwefel. Von der Ganz'schen Gussmethode war bereits (S. 328) die Rede.

Soll nur ein Theil des Gussstückes hart werden, so formt man diesen Theil in Eisen, das Uebrige in Masse, z. B. Formen des Bundes der Hartwalzen (S. 237) in Schalen, der beiden Ansätze in Masse, Giessen mit Steigrohr aus in einander gesteckten Eisen- oder Thonröhren[5]) gebildet, Verhütung der Entstehung von Härterissen[6]) in Folge starken Schwindens in der Form durch Einsetzen starker Eisenspindeln oder verschiedene Stärke der Coquillenwände, Rotirenlassen des Eisens in der Form mittelst tangentialer Eingüsse zur Erzielung reiner Oberflächen. Hartwalzen erhalten zuweilen Axen von Bessemerstahl[7]) oder Schmiedeeisen.[8])

---

3. Abschnitt.

Giesserei.

Giessereigeräthe.

55. Geräthschaften. Diese[9]) bestehen hauptsächlich in mit Lehm überzogenen angewärmten Kellen für einen Mann; Gabelpfannen aus Gusseisen oder Blech in einem Ring mit gabelförmigen

---

1) Schott, Kunstgiesserei in Eisen S. 23. 2) Dingl. 198, 44; 215. 370. B. u. h Ztg. 1870, S. 452. Kerpely, Ausst.-Ber. S. 145. 3) Berggeist 1870, No. 49. 4) B u. h. Ztg. 1870, S. 46. Berggeist 1870, No 47 5) Kerpely, Fortschr. 3, 133. 6) B. u. h. Ztg. 1866, S. 224. Oest. Ztschr. 1857, S. 188. 7) Kerpely, Fortschr. 4, 130. 8) Kerpely, Fortschr. 5, 157. 9) Dingl. 215, 369.

Handhaben, von mehreren Personen zu tragen; Krahnpfannen[1]) mit Hülfe eines Krahnes zu heben, zu transportiren und durch Drehen an den Zapfen mittelst Hebels zu entleeren, zweckmässig mit Zapfloch am Boden[2]) oder mit seitlichem Schutzblech[3]) zum Zurückhalten der Schlacke; Drehtische[4]) zur Aufnahme von Formen u. s. w.

56. Giessverfahren. Das Giessen erfordert im Allgemeinen nachstehende Manipulationen: Ausschöpfen des Eisens in Handkellen oder Abstechen in durch Hand oder Krahne zu transportirende Pfannen (zuweilen direct aus dem Ofen in die Formen), Abkühlenlassen bis zur richtigen Temperatur, gleichmässiges continuirliches Eingiessen des Eisens, unter Zurückhaltung oder Abstreichen der Schlacke, in die Form durch ab- oder aufsteigenden Guss (S. 239), wobei der vollgehaltene Einguss, welcher durch einen Aufsatz (verlorner Kopf) erhöht werden kann, bei dem Zusammenziehen (Saugen, Nachsacken[5]) des Eisens als Ersatz dient und die aus dem flüssigen Eisen aufsteigenden Unreinigkeiten aufnimmt, wodurch dichtere Güsse erfolgen (dabei ist es zweckmässiger, statt des Pumpens, des Auf- und Niederbewegens einer Eisenstange im verlornen Kopf, diesen mit Kohlenlösch zu bedecken, von Zeit zu Zeit die erstarrende Oberfläche durchzustossen und recht hitziges Eisen einzugiessen); Anzünden der beim Guss durch die Windpfeifen oder Fugen des Formkastens entweichenden brennbaren Gase, Herausnehmen der Gussstücke je nach deren Beschaffenheit entweder alsbald nach dem Gusse in noch glühendem Zustande oder nach gehöriger Abkühlung[6]), Bloslegen einzelner Theile und starkes Bedecken anderer mit dickeren Sandlagen der verschieden Spannung dünner und stärkerer Theile wegen, Abschlagen des Eingusses u. s. w. Manipulationen.

Als hauptsächlichste Fehler beim Gusse[7]) zeigen sich Undichtigkeiten[8]), Spannungen, Risse und Sprünge, erstere herrührend theils von Blasenräumen, welche durch in den Formen enthaltene, schwierig entweichende Luft, durch beim Gusse entwickelte Dämpfe und Gase und durch vom Metall absorbirte und entweichende Gase entstehen, theils von mit krystallinischen Gebilden ausgefüllten Höhlungen in Folge Aufsaugungen durch Schwindung. Ueberhitztes Eisen begünstigt den Anbrand[9]) (S. 8, 21), rauhe Flächen in Folge Ausscheidung fremder Verbindungen. Die beim Guss sich entwickelnden brennbaren Gase[10]) entstehen theils durch Einwirkung von Eisen und Kohle auf Wasserdampf, theils rühren sie von eingemengter Steinkohle her oder waren vom flüssigen Eisen absorbirt. Man zündet dieselben zur Vermeidung von Theile der Form leicht zerstörenden Explosionen mit einem brennenden Strohwisch, Hobelspähnen, einer Fackel u. s. w. an. Von den Erscheinungen des Schwindens war bereits die Rede (S. 34). Zur Erzielung dichter Gegenstände ist ein Giessen unter Druck[11]) und im Vacuum[12]) empfohlen; als gewöhnliche Mittel[13]) wendet man dafür an: das Giessen von unten und mit verlornem Kopf, Abkühlung des flüssigen Metalles bis zu einer gewissen Temperatur, passende Zeitdauer des Erkaltens des Gussstückes, richtige Auswahl der Roheisensorten, tangentiales Einströmen des Eisens in die Formen u. a.

---

1) Dürre, c. l. 1, 747. Kerpely, Fortschr. 3, 130. 2) Kerpely, Fortschr. 3, 131. 3) B. u. h. Ztg. 1862, S. 248. Kerpely, Fortschr. 7, 185. 4) Dingl. 167, 120. 5) Dürre, c. l. 1; 139. 6) Notizbl. d. Hannöv. Archit. u. Ingen.-Ver. 3, 57. 7) B. u. h. Ztg. 1870, S. 242. Kerpely, Fortschr. 7, 202, 204. 8) B. u. h. Ztg. 1874, S. 357. 9) B. u. h. Ztg. 1869, S. 51; 1872, S. 441. 10) B. u. h. Ztg. 1874, S. 358. 11) B. u. h. Ztg. 1869, S. 311. 12) B. u. h. Ztg. 1873, S. 116 13) B. u. h. Ztg. 1874, S. 417.

Die Farbe[1]) der Gussstücke vom Lehm- und Masseguss ist bei Holzkohlenroheisen rein blau, bei Cokesroheisen graublau bis fast grau in Folge Entstehung eines Gusshäutchens, und solche Stücke rosten an der Luft alsbald, während in grünem Sand gegossene Gegenstände bei etwas abweichender Färbung weniger leicht rosten, wohl in Folge anderer Zusammensetzung des mit reducirenden Substanzen weniger in Berührung gekommenen Gusshäutchens.

Nicht ohne Schwierigkeiten ist das Umgiessen fertiger Eisen- oder Stahlgegenstände mit Gusseisen[2]), z. B. eiserner und stählerner, gebeizter oder verzinnter Axen in Walzen, Stahlfutter in Kanonenrohren!, Schraubenmütter in den Böden der Sprenggeschosse, Lürmann'sche Formen[3]) u. s. w. Zuweilen werden Roheisen und Bessemerstahl zusammen vergossen.[4])

---

4. Abschnitt.

Vollendung und Verfeinerung der Gusswaaren.

Appretur.

57. Appretur der Gusswaaren.[5]) Man versteht hierunter das Putzen[6]) der aus den Formen genommenen Gegenstände zur Entfernung des Sandes mittelst Pinsels und Bürsten, Glattmeisseln und Abfeilen der Gussnähte, Schleifen[7]) auf Steinen und Scheiben (z. B. Gussnähte, Streicheisen, Ambösse u. s. w.), Poliren mittelst Schmirgels auf Polirbänken und Scheiben oder in rotirenden Tonnen (Kugeln, Kartätschen u. s. w.), Ausbohren (Kanonen, Maschinentheile u. s. w.), Abdrehen, Ciseliren, Hobeln, Fräsen, Zusammensetzen der Güsse u. s. w.

Verhütung d. Rostens.

58. Schutz gegen Rost. Wie bereits bemerkt (S. 244), sind die Rohgüsse mehr oder weniger zum Rosten geneigt und sucht man dieselben dagegen unter Anderem durch folgende Mittel zu schützen, welche zuweilen gleichzeitig zur Verschönerung des Oberflächenansehens beitragen:

Oxydiren.

1. Bildung einer Oxydhaut, seltener durch Brüniren als durch Anlaufenlassen[8]), Erhitzen, wobei gelbe, bronzeähnliche, blaue und schwarze Farbentöne je nach der angewandten Temperatur zum Vorschein kommen.

Erwärmen der Gegenstände an einem Gestell über einem Petroleumbrenner, wohl mit Oel bestrichen und dieses rasch abgerieben. Einen schönen noch nicht übertroffenen grauen Farbenton erzielt Schott in Ilsenburg durch Beizen; Rostflecke auf solchem Eisen entfernt man durch Benzin, dann starkes Abreiben der matt erscheinenden Stelle auf dem bis etwas über Handwärme erhitzten Gegenstand mit einem wollenen, stark mit gelbem Wachs getränkten Läppchen.

Das Brüniren besteht in einem Einreiben der Gegenstände (seltener Roheisen, als Stabeisen und Stahl) mit Spiessglanzbutter, Bestreichen mit Salpetersäure und Trocknen an der Luft u. s. w.

---

1) B. u. h. Ztg. 1871, S. 295. 2) Kerpely, Fortschr. 4, 130; 5, 157; 6, 161; 7, 190. Dingl. 197, 220. B. u. h. Ztg. 1869. S. 299. 3) Dingl. 194, 476. 4) B. u. h. Ztg. 1867, S. 271. 5) Karmarsch, mech. Technologie Bd. 1, 106. Wiebe, Maschinen zur Bearbeitung der Baumaterialien 1858. Hoyer, mechan. Technologie 1875. 6) B. u. h. Ztg. 1867, S. 444. 7) Dürre, Giessereibetr. 1, 726. Mittel gegen Schleifstaub: Ann. d. min. 1864, Vol. 5, p. 6; Armengaud Public. industr. 1870, Vol. 19 (Goldenberg). Krumm, schädliche Einflüsse des Schleifens u. s. w. Remscheid 1875. 8) Schott, Kunstgiesserei in Eisen S. 31. Dingl. 185, 403.

2. Ueberzüge aus organischen Substanzen (Schwärzen, Lackiren, Theeren u. s. w.). Organische Ueberzüge.

Schwärzen: Erhitzen bis zum Braunrothglühen, sodass Papier darauf gehalten gelblich wird. Auftragen von Nuss- oder Leinöl und schnelles Abreiben oder Abbrennen des Oels und Bürsten; Auftragen eines Gemisches von Leinölfirniss und Kienruss bei erhöhter Temperatur; Ueberstreichen mit Leinöl, Aufhängen während etwa 1 St. 0.20—0.25 m. hoch über einem stark rauchenden Holzfeuer, hierauf Herabsenken bis nahe über die glühenden Kohlen, dann nach 15 Min. Eintauchen in kaltes Terpentinöl (England); Erhitzen in einem Behälter über vercokenden Steinkohlen[1]); Bestreichen mit einer Auflösung von galizischem Erdwachs in rohem Erdöl und Abbrennen; wiederholtes Anräuchern über Feuer von Kienholz und Reiben mit steifer Bürste. — Eisenlack: Lösung von $^1/_2$ Theil Asphalt und $^1/_2$ Theil Colophonium in 4 Theilen Kienöl bei erhöhter Temperatur; Leinölfirniss und Kienruss; Wachs kalt in Benzin gelöst; ein Diamantfarbe genannter Firniss, welcher neben Haltbarkeit einen eigenthümlichen graubläulichen Farbenton hervorbringt: Leinölfirniss oder Wasserglas mit Zinkstaub[2]); Bernstein, Asphalt, Colophonium, Lein- und Terpentinöl[3]); Harz, Schellack, Terpentinharz, Weingeist und Ricinusöl.[4]) — Theeren[5]), z. B. von Röhren durch Einbringen in eine Wärmkammer, an deren Stirnseiten resp. Eintrage- und Austragethür, Eintauchen des vorgeschobenen Rohres mittelst Krahnkette in eine Theergrube während kurzer Zeit, Abtropfenlassen auf einer Bühne (Pont-à-Mousson); Eindampfen von Theer bis zur Syrupconsistenz (Theerasphalt), Erhitzen auf 150° C., Eintauchen der erwärmten Röhren u. s. w. $^1/_2$—$^3/_4$ St., wiederholter Zusatz von Theerasphalt und täglich 8 Proc. dickem Leinöl, Abtropfenlassen. — Dichtmachen poröser Cylinder: Erwärmen auf 75° C. über Kohlenfeuer, Eintragen von Colophonium, Umdrehen des wasserlässigen Cylinders an einem Krahn nach allen Seiten so lange, bis das sehr flüssige Colophonium an der Aussenseite erscheint, dann Ausschütten desselben.

3. Ueberzüge aus erdigen Substanzen, wohin das Emailliren, Glasiren, Absanden und Ueberstreichen mit Cement gehören. Erdige Ueberzüge.

a. Das Emailliren[6]), allerdings kostspielig und die Eisenfarbe verdeckend, ist das beste Schutzmittel gegen das Rosten und den Einfluss von Säuren (siehe auch später: Emailliren von Eisenblech). Emailliren.

Verfahren: Beizen der zuvor wohl ausgeglühten Gegenstände (Kochgeschirre, Schachtsatzröhren[7]) von Gleiwitz und Kladno u. s. w.) von nicht zu graphitischem Eisen (am besten halbirtem Holzkohlenroheisen) während 12 St. mit verdünnter Schwefelsäure (1:50 dem Vol. nach), Scheuern mit scharfem Sand, Abbürsten mit kaltem, dann kochend heissem Wasser behuf raschen Trocknens und Vermeidung von Rostbildung, Anwärmen auf einem Herde, Aufschwenken oder Aufpinseln der strengflüssigeren Grundmasse von Milchrahmconsistenz mit 66—77 Proc. Kieselsäure (Quarz, Borax, Feldspath, Thon, kohlensaure Alkalien, Salpeter, Bleioxyd, — Magnesia und namentlich Kalk machen das Email kurz und spröde — Bleiweiss u. s. w., geschmolzen in Tiegeln[8]) mit Oeffnung im Boden, Stampfen, Sieben und Mahlen für sich oder mit Zusätzen obiger Ingredienzien, Trocknen bei allmälig auf 200—300° C. steigender Temperatur, Einbrennen der Grundmasse im Muffelofen während 15—20 Min. bei lebhafter Rothgluth (Messingschmelzhitze, 700—1000° C.) zu einer gut anhaftenden, nicht abfärbenden, aber auch nicht geflossenen Fritte, Aufschwenken der leichtschmelzigeren, alkalihaltigeren und durch Zinnoxyd undurchsichtig weiss zu machenden Deckmasse oder Glasur mit 26—45 Proc. Kieselsäure (Quarz, Feldspath, Thon, Borax, Soda, Glas, Salpeter, Zinnoxyd u. s. w., durch wiederholtes Schmelzen in Tiegeln mit Loch im Boden möglichst blasenfrei erhalten), Einbrennen derselben während 10—12 Min. in Rothgluth bis zu völliger Schmelzung (ebene Fläche von rein weisser Farbe ohne Haarrisse), äusserliches Schwärzen der Gegenstände vor

1) B. u. h. Ztg. 1873, S. 75. 2) Wagner's Jahres-Ber. 1864, S. 606; 1867, S. 45. 3) B. u. h. Ztg. 1871, S. 212. 4) B. u. h. Ztg. 1874, S. 83. 5) Dürre c. l. 1, 734. Kerpely, Eisen auf d. Wien. Ausst. S. 142. 6) Erbe, Anweisung zum Emailliren und Verzinnen von Kochgeschirren 1837. Vogelsang, Lehrbuch der Eisenemaillirkunst 1851. B. u. h. Ztg. 1862, S. 408; 1867, S. 20; 1870, S. 419; 1872, S. 107. Berggeist 1861, S. 460; 1869, No. 77. Kerl, Met. 3, 405. 7) B. u. h. Ztg. 1871, S. 232. 8) Emaillirvorrichtungen in Dürre's Giessereibetr. 1, 731. Pütsch's Regenerativofen ohne Tiegel: B. u. h. Ztg. 1866, S. 184.



völliger Abkühlung mit Steinkohlentheer oder Kienöl und Russ. Die nur gefrittete Grundmasse soll bei der verschiedenen Ausdehnung von Roheisen (0.00114 bei 0—100°) und Glasur (0.00081) deren Abspringen beim Erwärmen entgegenwirken. Bleioxyd[1]) und Zinkoxyd erhöhen Glanz und Leichtschmelzbarkeit der Glasur, wirken aber auf die Gesundheit schädlich, wenn 6 Proc. Essigsäure enthaltender Essig Metall aufzulösen vermag, was durch Schwefelwasserstoff in der Lösung nachzuweisen ist.

Verglasen.

b. Verglasen.[2]) Ueberzüge von glasartigen geschmolzenen Substanzen (Glas, Hohofenschlacke u. s. w.) ohne Grundmasse springen leicht ab.

Absanden.

c. Absanden[3]), ein sehr wirksames Mittel.

Anstreichen des Gussstückes mit Mennigefirniss, Austrocknen, Aufstreichen von Zinkblende-Leinölfirniss, Aufstäuben von verschieden gefärbtem Sand oder Bewerfen damit, Trocknen, Wiederholung des Blendeanstrichs und Sandbewurfes.

Cementanstrich.

d. Cementanstriche[4]) hat man für Pumpenröhren in sauren Schachtwassern mit Vortheil verwandt (Ibbenbühren).

Metallüberzüge.

4. Metallüberzüge.[5]) Dieselben, auf trocknem oder nassem Wege, dann auch unter Zuhülfenahme galvanischer Electricität hervorgebracht, sind mehr oder weniger wirksam je nach der Verwandtschaft des als Ueberzug benutzten Metalles zum Sauerstoff und der Cohärenz des Ueberzuges.

Die schwierige, fast unmögliche Herstellung einer ganz reinen Roheisenoberfläche erschwert die Erzielung cohärenter Ueberzüge. Etwaige Unterbrechungen derselben sind ohne Nachtheil, wenn das Ueberzugsmetall zum Sauerstoff verwandter als Eisen ist (Zink), dagegen tritt im umgekehrten Falle in Folge galvanischer Thätigkeit eine um so raschere Oxydation des Eisens an den Fehlstellen ein (bei Zinn, Kupfer, Silber, Gold u. s. w.). Auf Schmiedeeisen und Stahl halten solche Ueberzüge meist besser, als auf Roheisen. Behuf ihrer Reinigung für galvanische Ueberzüge werden die Gegenstände kurze Zeit in stark verdünnte Schwefelsäure eingehängt, sofort in Kalkmilch längere Zeit gebracht, dann sorgfältig mit Eisen- oder Messingdrahtbürsten kräftig behandelt und so ins Bad gebracht. Je nachdem der Metallüberzug blank oder matt erscheinen soll, werden die fertigen Gegenstände mit dergleichen Bürsten oder sonstwie behandelt. Zur Erzielung hoher Politur bei Gold über Silber werden die Objecte nach dem Verlassen des Kalkmilchbades mit dem Polirstahl und nach dem Galvanisiren mit Polirsteinen polirt. Nach Baynes-Thompson[6]) geschieht die Reinigung durch Kochen in kaustischem Alkali zur Entfernung von Fett, Behandeln mit Bürsten und feinem Smirgelpulver in Wasser, Bearbeitung mit Stahldrahtbürste unter dem Strahl einer Sodalösung und Einhängen an einem Draht in eine heisse Sodalösung unter Einfluss eines galvanischen Stromes, wobei das entwickelte Wasserstoffgas noch eine chemische Reinigung hervorbringt. Als Electricitätserreger verwendet man meist die Bunsen'sche Batterie mit innerer Kohle (Retortengraphit) und die einfache Zink- Kupfer- Schwefelsäure - Batterie. Die Daniell'sche Batterie ist meist nur in der Form des einfachen galvanoplastischen Kupferbades angewandt, sowie als besonderer getrennter Electricitätserreger in der Meidinger'schen Modification zum Versilbern und Vergolden im Kleinen. In grossen galvanoplastischen Anstalten werden durch Maschinenkraft betriebene magnetoelectrische Maschinen benutzt, sowie besonders die Gramme'sche Inductions-Maschine.

Verzinken.

a. Verzinken (Galvanisiren) sowohl von Guss- als von Schmiedeeisen, seltener auf galvanischem Wege[7]) mittelst Lösungen des

1) Polyt. Centr. 1869, S. 615. Wagner's Jahresber. 1872, S. 52. 2) Kerpely, Fortschr. 4, 130; 5, 158. 3) Schott, Kunstgiesserei in Eisen S. 32. 4) B. u. h. Ztg. 1874, S. 134. Polyt. Centr. 1874, S. 1288. 5) Karmarsch, mech. Technologie 1875, Bd. 1, S. 442 (Verzinken), 444 (Verbleien), 448 (Vernickeln), 454 u. 456 (Vergolden). 460 (Versilbern). Hoyer's mech. Technologie 1875. Graeger, Handb. d. Metalldecorirung. Weimar 1874. Kick, techn. Bl. 1874, S. 145. Muspratt's techn. Chem. 3. Aufl. 3, 1. 6) Dingl. 205, 528; 206, 142. 7) Polyt. Centr. 1861, S. 76.

Zinkoxyds in Aetzkali, als auf trocknem durch Eintauchen in flüssiges Zink; für Speisegeräthe [1]) nicht anwendbar, wohl aber für den oxydirenden Einflüssen der Luft auszusetzende Gegenstände.

Englisches Verfahren [2]), 1837 von Crowfurd zuerst angewandt. Beizen der Gegenstände, nöthigenfalls nach vorherigem Glühen zur Zerstörung von Fett, Lack u. s. w. in verdünnter Schwefelsäure (1 Vol. rohe Kammersäure und 20—30 Vol. Wasser) bis zum Freiwerden von Oxyd (wohl mehrere Tege) unter Reiben mit einer Bürste oder einem Reiserbesen, kurzes Eintauchen in rohe unverdünnte Salzsäure (bei zu langer Dauer wird das Eisen zu heftig angegriffen und rauh), Trocknen ohne Abwaschen auf einem Trockenofen oder auf dem heissen Rande des gusseisernen Zinkkessels, Eintauchen in hinreichend dünnflüssiges, nicht zu kaltes, aber auch nicht zu heisses, dann sonst viel Eisenzink bildendes Zink, Abziehen der Oxydschicht von der Oberfläche, Herausnehmen der Gegenstände aus dem Zink im gusseisernen Kessel mit Zangen und Haken, nöthigenfalls an Flaschenzügen befestigt, nachdem erstere die Hitze des Zinkbades angenommen haben, Ablaufenlassen des überschüssigen Zinkes (kleine Gegenstände, Nägel, Schrauben, Nieten u. s. w. werden in einem Drahtnetz oder in perforirten Kellen eingetaucht und beim Herausnehmen geschüttelt); zeitweiliges Ausschöpfen der zu Boden gegangenen dickflüssigen Legirung von Zink und 4—7 % Eisen mittelst durchlöcherter Kelle, Aussaigern von bis 30 % Zink daraus durch andauerndes gelindes Erhitzen auf der Thonsohle eines passenden Ofens, sonst Umschmelzen und Verkaufen als Hartzink, welches die Formen immer noch gut ausfüllt; verminderte Bildung der Eisenzinklegirung durch Einschmelzen des Zinkes statt in einem gusseisernen Kessel in einem Gasflammofen mit Thonsohle. — Sorel [3]) wendet ein ähnliches Verfahren an.

b. Verzinnen [4]), häufig auf trockenem Wege ausgeführt für Speisegeräthschaften. Verzinnen.

Trockner Weg. Tempern oder Adouciren der Gegenstände, Ausdrehen oder Beizen mit verdünnter Schwefelsäure und Ausscheuern, Trocknen, Erwärmen bis zum Schmelzpunkt des Zinnes, Anreiben von flüssigem Zinn mittelst Korks oder Baumwollenballens unter Anwendung von Salmiak oder besser Chlorzinkammonium; oder Eintauchen der Gefässe in mit Talg bedecktes flüssiges Zinn, Abschwenken nach dem Herausnehmen, Kühlen in kaltem Wasser und Abreiben mit Schlämmkreide.

Galvanische Methoden: Behandeln mit Zinnchlorürlösung oder Lösungen von Zinn-, auch Bleisalzen in Aetzalkalien im Contact mit Zink [5]); Aetzalkalien, Zinnchlorür und Cyankalium. [6]) Nach Paul [7]): Beizen in 1 Thl. Schwefel- und 1 Thl. Salpetersäure bei 10 Thl. Wasserzusatz, allmäliges Zutropfen von Kupfervitriol oder Kupferacetat in Lösung, dann weiteres Verkupfern durch Befeuchten mit Zinnchlorürlösung und Reiben mit einem Gemisch von schwefelsaurem Kupferoxydammoniak und gemahlener Kreide, Weisssieden in einer Lösung von 8 Thl. Weinstein und 1 Thl. Zinnsalz unter Aufstreuen von Zinkfeile.

c. Verkupfern. [8]) Dasselbe geschieht seltener durch Eintauchen des Eisens in mit Kryolith und Phosphorsäure bedecktes geschmolzenes Kupfer (Gaudrin's Verfahren,) [9]) als durch blosses Eintauchen in passende Flüssigkeiten oder mittelst galvanischer Wirkung, welche letztere meist cohärentere und auch beliebig starke Verkupferung zulässt. Verkupfern.

Ohne Galvanismus: Kupfervitriollösung, in welcher ein gewisser Säureüberschuss [10]) oder Weingeist (Dullo) [11]) vorhanden sein muss; nach Graeger [12])

1) Dingl. 111. 144. 2) B. u. h. Ztg. 1875, S. 19. Grothe's polyt. Ztschr. 1874, No. 45. 3) Bgwfr. 7, 298, 318. 4) Kerl, Met. 3, 403. Breslauer Gewerbebl. 1870, S. 104. 5) Dingl. 175, 31; 177, 40; 198, 308. 6) Wagn. Jahresber. 1867, S. 48; 1870, S. 140; 1871, S. 180. 7) Berggeist 1874, No. 40. 8) Kerl, Met. 3, 403. 9) Dingl. 208, 50. 10) Schott, Kunstgiesserei in Eisen, S. 26. 11) Dingl. 170, 462. 12) Dingl. 185, 479.

und Paul (S. 247) Bestreichen mit Zinnchlorürlösung, dann mit schwefelsaurem Kupferoxyd-Ammoniak; nach Stölzel[1]) durch Bürsten mit Weinsteinpulver, welches mit Kupfervitriollösung getränkt ist.

Mit Galvanismus: Sehr geeignet sind Lösungen von Cyankalium, mit Kupferoxydul gesättigt, nach Walenn[2]) zweckmässig mit Kupferoxyd-Ammoniak versetzt; nach Weyl[3]) Eintauchen des gut gereinigten und mit Zinkdraht umwickelten Gegenstandes in ein Kupfervitriol, Seignettesalz und Aetznatron enthaltendes Bad (bewährt gefunden); nach Oudry[4]) Ueberstreichen mit Menig-Firniss, Aufbürsten von Graphit und galvanisches Fällen von Kupfer aus einer Kupfervitriollösung (bewährt gefunden, Schärfe und sauberes Aussehen der Güsse leiden aber); Verkupfern von Zeugdruckwalzen in einer alkalischen Cyankalium-, dann in einer sauren Kupferlösung, nach Schlumberger.[5])

Vernickeln.

d. Vernickeln[6]) und Verkobalten. Der galvanische Nickelniederschlag von weissgrauer nicht unangenehmer Farbe ist wegen schwieriger Oxydirbarkeit des Nickels (unveränderlich in S H) sehr schützend und neuerdings häufig angewandt (Gussöfen von Lauchhammer). Kobalt[7]) giebt weissere Ueberzüge, aber weniger glänzend und leichter anlaufend.

Zum Vernickeln dienen: Lösungen von Nickeloxydul-Ammoniak-Doppelsalzen[8]), namentlich schwefelsaurem nach Boettger, wohl unter Zusatz von essigsaurem, weinsaurem oder citronsaurem Alkali (nach Keith), unter Anwendung eines galvanischen Stromes; nach Stolba[9]) Erhitzen einer Flüssigkeit von Chlorzink und Wasser in dem zu vernickelnden Gefäss, Zusatz von etwas Zinkpulver behuf dessen Verzinkung, dann Zusatz eines Nickelsalzes, worauf die Vernickelung eintritt; nach Unwin[10]) Lösung des Nickels in mit Salpetersäure versetztem oxalsauren Kali; Vernickeln mittelst Cyanverbindungen; nach Sharples[11]) Verkupfern in einer Lösung von Cyankupfer, dann Vernickeln mit schwefels. Nickeloxydul-Ammoniak bei nicht zu starker Batterie (3 Daniell'sche oder 2 Bunsen'sche Elemente), weil sonst der Niederschlag schwarz wird. Merrick[12]) hat Versuche über die Verwendbarkeit der einzelnen Nickelsalze zum Vernickeln angestellt.

Bronziren.

e. Bronziren.[13]) Dieses geschieht entweder auf mechanischem Wege — dadurch, dass die Gegenstände mit einem Firniss (wohl mit Zinnobergrün) oder Lackfarbe überzogen und auf diesem Untergrunde im Freien aber nicht andauernde Bronzefarben aufgetragen werden (Oudry's Bronziren[14]) ist abweichend) — oder auf galvanischem Wege, welcher dauerhaftere Waare liefert.

Eine Lösung der Bronze, Messing u. s. w. bildenden Metalle giebt bei passender Stärke des electrischen Stromes aus derselben Solution alle Nuancen von Bronzen und anderen Kupferlegirungen als Niederschlag; der stärkste Strom lässt das Zink, der schwächste das Kupfer vorwalten (Ilsenburg, Mägdesprung, Hanau, Lauchhammer u. s. w.). Nach Beendigung des galvanischen Processes kann der blanke Metallton durch Oxydation oder Schwefelung in einen matteren dunkleren bräunlichen, schwärzlichen oder grünlichen, eigentlichen sog. Bronzeton übergeführt werden. Im Weyl'schen Verkupferungsbad (S. 248) nimmt der Kupferniederschlag bei Berührung mit Zinkdraht der Reihe nach eine orange, silberweisse, goldgelbe, carmoisinrothe und grüne oder braune Farbe an. — Eintauchen der Gegenstände in mit Lampenschwarz gemengten Schwefel und

---

1) Dingl. 188, 339. 2) Dingl. 197, 239. 3) Dingl. 175, 31; 177, 40; 179, 372; 188, 286. 4) B. u. h. Ztg. 1864, S. 260; 1868, S. 422. Knut-Styffe, Ber. über die Fortschr. d. Eisenhüttenwes., deutsch von Tunner 1868, S. 73. 5) Dingl. 212, 433. 6) Grothe's polyt. Ztg. 1874, No. 19. Polyt. Centr. 1874, S. 1025. Dingl. 206, 288; 211, 74. Wagn. Jahresber. 1870, S. 133; 1871, S. 190; 1872, S. 205. Polyt. Centr. 1875, S. 180. 7) Wagn. Jahresber. 1871, S. 192, 193. 8) Wagn. Jahresber. 1870, S. 133; 1871, S. 193; 1872, S. 206, 207. 9) Dingl. 202, 145, 148 10) Wagn. Jahresber. 1872, S. 209. 11) Dingl. 212, 160. 12) Dingl. 206, 288; 211, 74. 13) Wagn. Jahresber. 14) Wagn. Jahresber. 1865, S. 192.

Reinigen der Oberfläche, wobei bronzeartige Farbe zum Vorschein kommt.[1]) Die mit Bronzepulver künstlich bronzirten Gegenstände, welche mit der Zeit unansehnlich werden und das metallische Ansehen verlieren, überzieht man wohl, um dieses zu verhüten, mit Lackfirniss, welcher aber statt metallischen meist Glasglanz hervorbringt.

Ueberzüge aus edlen Metallen.

f. Versilbern und Vergolden, um den Eisenguss schöner und werthvoller erscheinen zu lassen. Gold und Silber lassen sich zwar aus Cyanverbindungen wohladhärirend direct mittelst des galvanischen Stromes.[2]) auf Eisen niederschlagen, der Ueberzug erhält aber einen schmutzigen Ton, weshalb man meist vorzieht, dem Eisen zuvor einen durch blosses Eintauchen oder Galvanisiren hervorzubringenden Ueberzug von Kupfer, Messing oder Zinn zu geben.

Versilbern.

α. Versilberung. Auf der Verkupferung lässt sich eine kalte oder galvanische Versilberung oder Amalgam und auch Blattsilber auftragen.

Flüssigkeit zur directen galvanischen Versilberung[3]): 1 Silbernitrat in 16 Wasser gelöst, 2 Cyankalium, dann eine Solution von 1 Kochsalz in 48 Wasser hinzugefügt. Baynes-Thompson[4]) brennt den galvanischen Silberüberzug auf den gut gereinigten Gegenständen (S. 246) in einem Ofen ein.

Vergolden.

β. Vergoldung. Feuervergoldung lässt sich auf einem Kupfer- oder Quecksilberüberzug hervorbringen[5]); Kirchmann[6]) reibt das Eisen mit Natriumamalgam, trägt auf die verquickte Oberfläche Goldchlorid in concentrirter Lösung rasch auf und erhitzt. Mit Silber- und Platinsalz erhält man entsprechende Resultate. — Zur Vergoldung mit Glanzgold[7]) trägt man dieses nach Weiskopf[8]) auf einen eingetrockneten Ueberzug von Boraxlösung und Gummiwasser auf und erwärmt. Auch Auftragen von Chlorgold in Schwefeläther und Erwärmen. — Blatt- oder Oelvergoldung wird mit Blattgold auf einem Grunde von Leinölfirniss, dem Chromgelb zugefügt worden, hergestellt.

Damit letztere Vergoldung dauerhaft bleibt, muss der Anstrich von gutem Firniss an freier Luft, nicht durch künstliche Wärme soweit getrocknet werden, dass er zur Annahme der Goldblättchen noch hinreichend klebrig bleibt. Ausgezeichnete Producte dieser Art liefert unter Anderem Lauchhammer[9]): nielloartig eingravirte Dessins auf blankgeschliffenen und entweder hellpolirten oder geschwärzten Flächen werden mit Blattgold ausgelegt. Auch werden Emaillen in nielloartig vertiefte Stellen eingeschmolzen und die Metallflächen durch Schliff und Vergoldung noch besonders gegen die matten Farben hervorgehoben.

59. Molekularveränderungen. Als solche sind zu bezeichnen:

Tempern.

1. Tempern.[10]) Erhitzen harter, weisser oder stark halbirter Gegenstände anhaltend (während 12—20 St.) zwischen schlechten Wärmeleitern (Kohlenstaub, Knochenasche, Sand) und langsames Abkühlen, wobei sich das strahlige Gefüge in krystallinisch körniges umwandelt und das Eisen weicher, zur Bearbeitung geeigneter wird.

---

1) Polyt. Centr. 1870, S. 214. 2) Elsner, galv. Vergoldung und Versilberung 1856. — Wagn. Jahresber. 1871, S. 180. 3) Dingl. 191, 250. 4) Dingl. 205, 528; 206, 142. 5) Polyt. Centr. 8, 384; Dingl. 189, 64. Muspratt, techn. Chem. 3. Aufl. Art. Gold. 6) Dingl. 206, 419. 7) Wagn. Jahresber. 1855, S. 168; 1856, S. 179; 1857, S. 208. 8) Dingl. 186, 242. 9) B. u. h. Ztg. 1869, S. 233. 10) Dingl. 195, 338. B. u. h. Ztg. 1868, S. 351; 1874, S. 27. Dürre, Eisengiesserei 1, 144.

Durch Glühen in Sauerstoff abgebenden Substanzen (Rotheisenstein, Zinkoxyd, Braunstein) entstehen eisen- oder stahlähnliche Producte (hämmerbarer, schmiedbarer Guss s. später), bei Geschirren[1]) von grösserer Haltbarkeit. Bei starkem Glühen in kohlenstoffreichen Substanzen kann Kohle aufgenommen werden (grelles kohlenstoffarmes Roheisen in Oelkuchenpulver). Nach Riche[2]) erhielt in Holzkohlenpulver erhitztes Roheisen eine solche Porosität, dass dasselbe für Flüssigkeiten in hohem Grade durchdringbar wurde.

Härten.

2. Härten.[3]) Diese Operation kommt seltener vor und beruht meist auf dem Ablöschen des Roheisens in die Wärme gut leitenden Flüssigkeiten.

Nach Jenkins: Erhitzen von grauem Roheisen bis Kirschrothgluth, Bestreuen mit 7 Thl. Cyankalium und 1 Thl. Holzkohle, Erhitzen bis zum Verschwinden des Pulvers, Eintauchen in ein Bad aus 1100 Wasser, 32 Schwefelsäure, 5 Salmiak, $7^1/_2$ Kochsalz; nach Dejone[4]) Erhitzen bis fast zur Weissgluth, Eintauchen in Wasser mit 250 g. Cyankalium pro Liter; nach Kulicke[5]) Eintauchen in rothglühendem Zustande in ein Gemisch aus 10 Eimer Harn, 2.5 kg. Schlämmkreide und 2 kg. Kochsalz; nach Karmarsch[6]) Glühendmachen und Abschrecken in einer Mischung von 1 Schwefelsäure und 10 Wasser.

Schweissen.

3. Schweissen.[7]) Diese Operation, zur Reparatur beschädigter Gegenstände (Walzen[8]), schmiedeeiserne Wellen[8]), Flicken von Geschirren in China[9]) u. s. w.) angewandt, besteht im Allgemeinen darin, das glühend gemachte Stück einige Zeit mit darüber geleitetem flüssigen Roheisen in Formen in Berührung zu bringen, wobei eine Verbindung an den Contactstellen eintritt.

Zum Kitten[10]) gesprungener Gefässe hat man eine Paste aus Mennige und Glycerin benutzt.

III. Abtheilung.

Darstellung von schmiedbarem Eisen (Schmiedeeisen und Stahl).

Abweichungen.

60. Classification. Hinsichtlich der Nomenclatur der geschmeidigen Eisencarburete[11]) geht man von verschiedenen Gesichtspunkten aus; es fehlt jedoch neuerdings nicht an Vorschlägen zu einer einheitlichen Bezeichnung, die indes noch nicht zu einem erwünschten Ziele geführt haben. Während man noch fast allgemein den Unterschied zwischen Stabeisen und Stahl in dem höheren Kohlenstoffgehalt und der Härtbarkeit des letzteren sucht, so werden diese Bezeichnungen neuerdings, namentlich von französischen Metallurgen gebraucht, je nachdem das Product, ohne Rücksicht auf

1) B. u. h. Ztg. 1871, S. 324; 1870, S. 231. 2) Dingl. 214, 306. 3) Kerpoly, Fortschr. 5, 157; 6, 4. 4) Berggeist 1867, No. 31. 5) Dingl. 208, 463. 6) Dürre, c. l. 1, 113. 7) B. u. h. Ztg. 1862, S. 248; 1864, S. 198; 1871, S. 444; 1875, S. 46. 8) B. u. h. Ztg. 1866, S. 378. Polyt. Centr. 1869, S. 547. 9) Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 19, 44. 10) B. u. h. Ztg. 1870, S. 399. 11) Literatur: B. u. h. Ztg. 1870, S. 50.

den Kohlenstoffgehalt und die Härtbarkeit, in festem oder flüssigem Zustande erfolgt (S. 6).

Schmiedeeisensorten.

Eine weitere Classification des Schmiedeeisens im älteren Sinne kann geschehen:

A. nach dem Rohmaterial (Renneisen[1]) aus Erzen, Frischeisen aus Roheisen, letzteres Herd- oder Puddel-, seltener Bessemereisen);

B. nach der vom Kohlenstoffgehalt abhängigen Textur und Härte (Sehne und Feinkorn);

C. nach der Gestalt, in welcher das Handelseisen auftritt, und zwar

1. Stabeisen von regelmässigem (Grob-, Fein-, Rundeisen u. s. w.) oder unregelmässigem Querschnitt (Façoneisen) oder endloses Stabeisen in Form eines Ringes (endloses Stabeisen, Tyres u. s. w.) und zwar alle diese Sorten geschmiedet (Grob-, Reck-, Band-, Kraus- oder Zaineisen u. s. w) und gewalzt (Walzeisen), je nach der Güte gewöhnliches oder Qualitätseisen.

2. Blech, je nach der Dicke Schwarz- und Kesselblech oder Panzerplatten, seltener geschmiedet als gewalzt.

3. Draht und zwar Walzdraht oder gezogener Draht.

Stahlsorten.

Vielseitiger kann die Classification des Stahles[2]) sein:

A. Nach Rohmaterial und Darstellungsweise[3]) und zwar:

I. Aus Erzen durch Reduction und Kohlung (Erz- oder Rennstahl), und zwar Stahlerfolg in soliden Stücken in Herden (Herdrennstahl) und in niedrigen Schachtöfen (Schachtofenrennstahl, Wolf-, Blase- oder Osemundstahl), als Schwamm in Schachtöfen (Stahl von Liebermeister, Chenot), in Flammöfen mit directer (Yate) oder gewöhnlicher indirecter Feuerung (Thoma) oder mit Regenerativfeuerung in Cascaden- oder Rotiröfen (Stahl von Siemens durch Präcipitation und von Ponsard), in Gefässöfen (Stahl von Troska, Renton, Rogers, Wilson, Blair u. A.).

II. Aus Roheisen durch Entkohlung, und zwar:

1. durch Glühen von festem Roheisen (Glühstahl durch Trockenfrischen) bei Luftzutritt (Tunner's Glühstahl) oder in Sauerstoff abgebenden Substanzen (hämmerbares Gusseisen, adoucirtes Eisen bei gleich fertiger Form, Glühstahl- oder Glüheisen, wenn durch Umschmelzen Gussstahl erzeugt werden soll).

2. durch Oxydation in Schmelzhitze (Frischstahl) und zwar

a. durch Luft und zwar

α. durch Zugluft in Flammöfen (Flammofenfrisch- oder Puddelstahl).

β. durch Gebläseluft in Herden bei festem Brennmaterial (Herdfrischstahl, früher auch Roh- oder Schmelzstahl genannt) oder ohne Brennmaterial (Bessemerfrischstahl in feststehenden, schwedischen oder beweglichen, englischen, Apparaten ohne Rückkohlung).

b. durch sauerstoffabgebende Zuschläge (Reactionsfrisch- oder Reactionsstahl), als: Salpeter (Salpeterfrisch- oder Heaton- und Hargreavesstahl), Eisenerze in Tiegeln (Tiegelerzfrischstahl von Uchatius, Obuchow u. s. w.), in Flammöfen (Flammofenerzfrischstahl, Siemensstahl) und in eisernen Giessereiformen (Ellershausen-Process); seltener angewandte Entkohlungsmittel: Braunstein, Wasserdampf, Kohlensäure.

III. Aus Schmiedeeisen durch Kohlung (Kohlungsstahl) und zwar

1. durch Zusammenbringen mit Kohle;

---

1) Rennen bedeutet „Rinnen, Flüssigmachen". 2) Kerl, Met. 3, 562. B. u. h. Ztg. 1869, S. 377; 1872, S. 431; 1873, S. 259. 3) Oest. Jahrb. 13, 33; B. u. h. Ztg. 1868 S. 334; 1869, S. 415. Berggeist 1865, S. 275.

a. in Glühhitze (Cementstahl, sonst wohl Brennstahl genannt);

b. in Schmelzhitze (Kohlenstahl) in Tiegeln (Damast- oder Wootzstahl und Homogeneisen), im Schachtofen (Parrystahl) und im Gefässofen (Gjers' Stahl).

2. Durch mischendes Schmelzen mit Roheisen (Mischstahl, sonst auch Flussstahl[1]) genannt) in Tiegeln (Tiegelmischstahl, Stahl von Reaumur und Obersteiner), in Flammöfen (Flammofenmischstahl, Martinstahl), oder in der Bessemerbirne (Bessemerstahl mit Rückkohlung). Die vorstehende Classification lässt sich nicht scharf durchführen, indem häufig ein Process in den anderen übergreift, z. B. beim Herd-, Flammofen- und Bessemerfrischen wirkt anfangs Luft, dann gebildetes Eisenoxyduloxyd oxydirend; beim Mischstahlschmelzen fügt man zuweilen zu Roh- und Stabeisen noch reiche Eisenerze u. dgl. m.

B. Nach der Raffinationsmethode. Manche der sub A. aufgeführten Stahlsorten (Herd-, Puddel-, Glüh-, Cementstahl u. s. w.) erfordern wegen ungleichmässiger Beschaffenheit (als Rohstahl[2]), nicht zu verwechseln mit dem früher so genannten Herdfrischstahl) noch eine Raffination zur Erzeugung von Feinstahl durch Schweissen oder Gärben (Gärbstahl) oder durch Umschmelzen (Gussstahl) in Tiegeln (Tiegelgussstahl) oder in Flammöfen (Flammofengussstahl), wobei verbessernde Zuschläge gegeben werden können (Wolfram-, Mangan-, Nickel-, Chrom-, Titan-, Silberstahl u. A.).

C. Nach der Verwendung[3]) als: Instrumentenstahl, die beste Sorte, gewöhnlich Cementgussstahl oder Gärbstahl, Herdfrisch- und Wootzstahl; Werkzeugstahl, hauptsächlich Herdfrisch-, Guss- und Gärbstahl, mancher Bessemer- und Puddelstahl; Massen- oder Maschinenstahl, welcher meist das Schmiedeeisen ersetzen soll, namentlich Puddel-, Bessemer- und Martinstahl, Stahl von Reaumur, Obersteiner, Obuchow u. s. w.

D. Nach dem Aggregatzustand, indem ein homogeneres flüssiges Product (Bessemer-, Misch-, Kohlen-, Gussstahl u. s. w.) oder festes Product (Renn-, Glüh-, Herdfrisch-, Puddel-, Cementstahl u. s. w.) erfolgen kann, welches nöthigenfalls durch Raffiniren gleichmässiger zu machen ist.

Modificat. d. Eigensch.

61. Eigenschaften des Schmiedeeisens.[4]) Auf dieselben sind besonders von Einfluss:

a. Der Kohlenstoffgehalt, welcher bei weichem, sehnigem Eisen 0.02—0.3 %, bei hartem, stahlartigem Feinkorneisen bis 0.5 % und darüber betragen kann.

Die Schmiedbarkeit, bis zu 2.3 % Kohlenstoffgehalt wahrzunehmen, erhöht sich mit der Abnahme an Kohlenstoff, desgleichen die Schweissbarkeit, während die Schmelzbarkeit nachlässt. Das Schweissen findet um so leichter statt, je weiter die dazu erforderliche Temperatur sich vom Schmelzpunkte entfernt und erreicht ihr Ende an der Grenze der Schmiedbarkeit.

b. Fremde Beimengungen (S. 10), welche Schweissbarkeit (ausser Phosphor), Festigkeit und Weichheit beeinträchtigen, und zwar die Festigkeit besonders in der Wärme (Rothbruch durch Schwefel und Kupfer) oder in der Kälte (Kaltbruch durch Phosphor) oder in beiden (Faulbruch durch Silicium).

Die Schmiedbarkeit sinkt dadurch weit unter die Grenze von 2.3 % C, weshalb man Kohlungsstufen mit höchstens 1.6 % technisch verwendet, und die Textur ver-

1) Kupelwieser (Dessen Wien. Ausst.-Ber. S. 52) verwirft die Bezeichnung Flussstahl für Bessemer- und Martinstahl als eine uncorrecte, da doch der Flussstahl gegossen und der Gussstahl geflossen war und sieht vor, den Stahl nach der Erzeugungsmethode als Tiegelgussstahl, Bessemer- und Martinstahl oder Flammofengussstahl zu bezeichnen. Um die leichte Verwechselung von „Fluss-“ und „Guss“stahl zu vermeiden, wird im Folgenden statt des ersteren Ausdrucks die Bezeichnung Mischstahl gebraucht werden. 2) Es soll im Nachstehenden unter Rohstahl stets unraffinirter Stahl verstanden werden. 3) Oest. Jahrb. 6, 83. B. u. h. Ztg. 1870, S. 361. 4) Kerpely, Fortschr. 2, 158; 3, 142; 4, 137; 5, 161; 6, 165; 7, 218. B. u. h. Ztg. 1875, S. 106.

ändert sich (Phosphor erzeugt grobes Korn, Schwefel Sehne, Mangan, Silicium, Arsen, Zinn, Wolfram, Titan und Chrom veranlassen feines Korn und grössere Härte). Unreines Eisen mit 0.5 Proc. Kohlenstoff und weniger kann schon stahlartige Eigenschaften zeigen. Ein Schwefelgehalt ist erwünscht für Nägel und Bolzen.

c. Die Art der Erzeugung und der mechanischen Bearbeitung (Rohbruch bei unvollständigem Frischen, Kaltbruch bei verbranntem oder zu kalt gehämmertem Eisen[1]), hadriges Eisen bei reichlichem Schlacken- oder Hammerschlageinschluss in Folge nicht gehörigen Zängens und Schmiedens u. s. w.).

Gutes Schmiedeeisen zeigt in der zu einem dicken Stabe zusammen geschlagenen Luppe bei untadelhaftem äusseren Ansehen ein körnig-krystallinisches Gefüge ohne genaue Begrenzung der Körner von mittlerer Grösse, welche hakenförmig in einander greifen. Beim Ausrecken, und zwar leichter beim Schmieden, als beim Walzen, geht das körnige Gefüge mehr oder weniger leicht in sehniges über, je nach dem Kohlenstoffgehalte, weiches kohlenstoffärmeres Eisen leichter, als hartes kohlenstoffreicheres (mit 0.5—0.6 Proc. Kohlenstoff), welches letztere dabei entweder gleichmässig feinkörnig wird (Feinkorn) oder nur schwierig feine Sehnen erhält (bei kalt- und rothbrüchigem Eisen erscheinen stellenweise kurze, dicke und dunkle Sehnen). Mit Zunahme des Kohlenstoffgehaltes nimmt die Grösse des Kornes, der Krystalle ab, desgleichen bei plötzlicher Abkühlung (gehärteter Stahl zeigt muschligen Bruch). Weiches sehniges Eisen hat eine hellgraue Farbe und matten Glanz, hartes ist feinkörnig mit mattem Silberglanz, ersteres erhitzt sich langsamer, behält aber die Wärme länger bei, schweisst bei höherer Temperatur mit lichten feinen Schweissfunken (körniges mit feinen rothen Funken). Sehniges Eisen ist weicher, zäher und dehnbarer in der Walzrichtung als körniges, dieses aber fester, härter und dehnbarer normal zur Walzrichtung, daher seine Verwendung zu stark gestauchten Gegenständen, z. B. Nieten. Gehämmertes Eisen hat grössere Festigkeit, grössere Adhäsion, höher liegende Elasticitätsgrenze, aber viel geringere Dehnbarkeit und viel geringeres Widerstandsmoment gegen Stösse, als gewalztes.[2])

Gutes Schmiedeeisen, Körniges u. sehniges Eisen.

Das körnige Gefüge des Eisens[3]) wird bedingt durch das Vorhandensein einzelner Krystallindividuen ohne bestimmt ausgeprägte Formen. Durch einen nicht von allen Seiten gleichmässigen Druck (Hämmern, Walzen u. s. w.) werden die Krystalle nach der Richtung der Axe ausgedehnt zu Sehnen, kleine an einander gereihete, verzerrte Würfel (wie fasriges Steinsalz), welche aber die Tendenz behalten, durch äussere Einwirkung (Stösse, Rütteln, Hämmern, Wärme, galvanische Ströme u. s. w.) in ihre ursprüngliche Lage zurück zu kehren, wobei das sehnige Eisen grobkörnig krystallinisch und minder fest wird (Reissen von Kettenbrücken und Drathseilen, Zerbrechen von Eisenbahnwagenaxen u. s. w.). Das Krystallinischwerden sehnigen Eisens kann auch noch andere Ursachen[4]) haben, z. B. bei rotirenden Wellen das abwechselnde Durchbiegen und Zusammendrücken der Fasern, die Art des Brechens (plötzlich zerbrochenes sehniges Eisen zeigt ein scheinbar körniges Gefüge, was nicht selten die Auffindung der Veranlassung zu Brüchen erschwert); auch fremde Beimengungen[5]) beeinflussen die Krystallisation, somit das Korn (Phosphor erzeugt z. B. grobkörnigere, Silicium, Wolfram, Titan, Chrom und Zinn feinkörnigere Textur, Schwefel begünstigt letztere.

Ursachen des Sehnigwerdens.

1) B. u. h. Ztg. 1875, S. 89. 2) Kick, techn. Bl. 74, 116. 3) B. u. h. Ztg. 1860, S. 502. 4) B. u. h. Ztg. 1866, S. 52; 1869, S. 28; 1872, S. 36; 1873, S. 215; 1874, S. 31. Kerpely, Fortschr. 8, 161. 5) B. u. h. Ztg. 1868, S. 261.

sowie auch die Sehnenbildung). Auch starke Kälte soll Texturveränderungen bewirken[1]) und es können im festen Eisen physikalische und chemische Veränderungen[2]) vor sich gehen (beim Ziehen spröde gewordener Draht verliert nach einigen Tagen seine Spannfähigkeit und wird weicher, schwefelhaltiges Eisen verliert an feuchter Luft oder in fliessendem Wasser Schwefel u. s. w.). Sehnige Textur geht in körnige über auch durch Glühen und plötzliches Abkühlen in Wasser (z. B. bei Dampfkesseln).[3])

Nach Janoyer[4]) hängt, abweichend von obigen herrschenden Ansichten, das körnige oder sehnige Gefüge nicht vom Kohlenstoffgehalt ab, sondern von der Temperatur beim Schweissen und der Einlagerung fremder Stoffe, z. B. von Schlacke (durch eine Loupe mit 30facher Vergrösserung wahrzunehmen).[5]) Bei hoher Temperatur erzeugtes und geschweisstes Eisen ist körnig (z. B. Herdfrischeisen), bei niedriger Temperatur, also bei unvollständiger Schweissung und Einlagerung von Schlacke sehnig, wie häufig beim Puddeln. Ein Schwefelgehalt beeinträchtigt die Schweissbarkeit, daher das Sehnigsein des schwefelhaltigen Eisens; phosphorhaltiges Eisen schweisst leichter, ist daher körnig. Schmiedeeisen besitzt nur eine Textur, die körnige, auf dessen wesentlichster Eigenschaft der Schweissbarkeit beruhend; jede andere Structur ist nur eine Modification der körnigen wegen Schwächung der Schweissbarkeit während der Bearbeitung des Metalles. Ein stark carburirtes Eisen, wenn dasselbe basische Schlacke eingeschlossen enthält, kann dadurch das Körnigwerden befördern, dass der Kohlenstoff die Schlacke reducirt und dadurch entfernt, was bei einem weniger carburirtem Eisen nicht möglich ist.

Härte.

Die Härte[6]) des Schmiedeeisens nimmt mit wachsendem Kohlenstoffgehalte, sowie auch durch kaltes Hämmern und Biegen zu, durch Ausglühen aber ab. Die Härtbarkeit fängt bei einem Kohlenstoffgehalte von etwa 0.6 Proc. an.

Abs. Festigkeit.

Die absolute Festigkeit[7]) beträgt für 1 qcm. bei geschmiedeten und gewalzten Stäben 2250—66100, bei Blech 2150—4530, bei hartgezogenem Draht 5620—13415, bei ausgeglühtem Draht 3395—5720 kg.

Nach Johnson[8]) vermindert ein Eintauchen von Draht in Säure die Bruchfestigkeit, und ein Verzinken macht den Draht in der Hitze brüchig.

Spec. Gew.

Specifisches Gewicht[9]) 7.352—7.912, durchschnittlich 7.6; durch Hämmern, Walzen, Drahtziehen bis auf 8.0 steigend, mit zunehmendem Kohlenstoffgehalt sinkend.

Riche[10]) hat die Dichtigkeit des Schmiedeeisens nach dem Erhitzen in Wasserstoff, dann Härten und Anlassen bestimmt.

Verh. in der Hitze.

Beim Erhitzen zeigt das Schmiedeeisen bei 200—400° C. wechselnde Anlauffarben (Blassgelb, Strohgelb, Orange, Violett, Dunkelviolett, Dunkelblau, Hellblau, Grün, Blassgrün, zuletzt Farblosigkeit), beginnt bei 525° C. zu glühen, nimmt bei 700° Dunkelrothgluth, bei 800° anfangende, bei 900° stärkere und bei 1000° völlige Kirschrothgluth, bei 1100° Dunkelorange, bei 1200° lichtes Glühen, bei 1300° Weissgluth an und bei 1900—2120° tritt Schmelzung ein.

Geschmolzenes Schmiedeeisen, z. B. vom Bessemern, zeigt krystallinisch-blättrigen Bruch, ist schmied- und schweissbar, nach dem Ueberstehen der Schweisshitze aber nicht mehr im Rothglühen schmiedbar, sondern unter dem Hammer zerbröckelnd.

1) B. u. h. Ztg. 1869, S. 264; 1872, S. 36, 115; 1873, S. 239. 2) Oest. Jahrb. 22, No. 2. B. u. h. Ztg. 1874, S. 193. 3) Dingl. 213, 358. 4) B. u. h. Ztg. 1874, S. 53. 5) Mikroscopisches Studium d. Eisenstructur in B. u. h. Ztg. 1875, S. 89. 6) Härtemesser: Kerpely, Fortschr. 5, 163. 7) Oest. Ztschr. 1867, No. 10. B. u. h. Ztg. 1868, S. 107, 259; 1869, S. 263. Kerpely, Fortschr. 2, 158; 3, 142; 4, 137; 6, 167; 7, 223 (Festigkeitsprobeapparat). 8) B u. h. Ztg. 1873, S. 315. 9) Kerpely, Fortschr. 3, 161. 10) Dingl. 214, 305.

Bei lebhaftem Weissglühen (Schweisshitze) ist das Eisen knetbar (schweissbar) und sprüht unter Gasentwicklung, Verbrennung und Bildung von Eisenoxyduloxyd (Hammerschlag, Glühspan, Schmiedesinter)[1]) lebhaft Funken (Schweissfunken).[2])

Nach Jordan[3]) geht das Schweissen dadurch vor sich, dass die weissglühenden, zusammen zu schweissenden Stücke durch den Schlag des Hammers oder den Druck des Walzwerkes oberflächlich flüssig werden. Wegen niedrigeren Schmelzpunctes schweisst phosphorhaltiges Eisen leichter, als reines, desgleichen Stahl bei niedrigerer Temperatur als dieses. Williams[4]) verwirft Jordan's Ansicht und führt die Schweissbarkeit einfach auf den teigartigen Zustand zurück, welchen das Eisen vor dem Schmelzen annimmt. Bei über 2 Proc. Kohlenstoff im Stahl hört die Schweissbarkeit des Productes wegen Leichtschmelzigkeit auf. Ledebur[5]) führt die Schweissbarkeit auf Cohäsionsverhältnisse zurück. — Der Glühspan von variabler Zusammensetzung ($\dot{\mathrm{F}}\mathrm{e}_6\ddot{\mathrm{F}}\mathrm{e}$ bis $\ddot{\mathrm{F}}\mathrm{e}$ oder Fe_8O_9 bis Fe_7O_8) bildet sich schon beim Glühen in niedriger Temperatur als schwarzer Ueberzug auf dem Eisen und vereinigt sich leicht mit Kieselsäure zu einer flüssigen Schlacke, welche man durch Aufstreuen von Sand (Schweisssand) oder Glasgalle, Borax, Wasserglas u. s. w. absichtlich behuf Reinerhaltens der Oberfläche zusammenzuschweissender Stücke erzeugt (saftige Schweisshitze im Gegensatze zu trockener ohne Schlackenüberzug). Durch Hämmern, Walzen oder Pressen lässt sich die vom Frischprocess her in dem Eisen eingeschlossene Schlacke (Schwahl, Zängeschlacke) auspressen (Zängen). Durch die Glühspanbildung entsteht Verlust an Eisen (Abbrand, Calo).

In hoher Temperatur ist das Eisen von Gasen[6]) (Wasserstoff, Kohlenoxydgas u. s. w.) durchdringbar, welche Blasen darin erzeugen können, sowie auch die Stichflamme bei Blechen ein Aufblättern herbeizuführen vermag.[7]) Secchi[8]) will die Durchsichtigkeit des Eisens bei Rothglühhitze beobachtet haben.

Vorhalten an der Luft u. s. w.

In trockener Luft bei gewöhnlicher Temperatur, sowie in luftfreiem Wasser unveränderlich, rostet das Eisen in feuchter Luft und lufthaltigem Wasser unter Bildung von Eisenoxydhydrat (Rost).[9]) — In Glühhitze wird das Eisen von Wasserdampf unter Bildung von $\dot{\mathrm{F}}\mathrm{e}\ddot{\mathrm{F}}\mathrm{e} = Fe_3O_4$ oxydirt und zwar nach Deville[10]) bei höherer Temperatur weniger, als bei niedrigerer. — Das Eisen ist löslich in verdünnten wasserzersetzenden Säuren (Schwefel- und Salzsäure) unter Entwicklung von Wasserstoff und Kohlenwasserstoff, löslich in kalter verdünnter Salpetersäure ohne Gasentwicklung unter Bildung von salpetersaurem Eisenoxydul und salpetersaurem Ammoniak, im erwärmten Zustande von Oxydsalz; unlöslich in concentrirter Schwefelsäure von 1.85 spec. Gewicht und höchst concentrirter Salpetersäure, in welcher es passiv, negativ polar wird.

Schlechtes Schmiedeeisen.

Schlechtes Schmiedeisen[11]) giebt sich zu erkennen durch ein eckiges, kantiges oder schuppiges, zu grobes oder zu feines Korn, dunkle Farbe und matten Glanz oder weisse Farbe und starken Glanz. Wichtige Fehler des Eisens sind folgende:

1) Dingl. 179, 449. 2) Dingl. 197, 234. 3) B. u. h. Ztg. 1874, S. 204. 4) Dingl. 214, 163. 5) B. u. h. Ztg. 1875, S. 45. 6) B. u. h. Ztg. 1864, S. 236, 300; 1866, S. 68. Kerpely, Fortschr. 3, 143; 6, 168. 7) B. u. h. Ztg. 1864, S. 274. 8) Dingl. 184, 497. 9) B. u. h. Ztg. 1873, S. 13. Dingl. 196, 129. Schutz des Eisens: Kerpely, Fortschr. 2, 163; 3, 143; 6, 170. 10) Polyt. Centr. 1870, S. 1265. 11) B. u. h. Ztg. 1875, S. 106.

Rothbruch, Brüchigkeit in der Rothgluth, weniger in Schweisshitze, bei groben dicken Schweissfunken, hauptsächlich veranlasst durch einen Gehalt an Schwefel (S. 11), auch wohl an Kupfer (S. 22), charakterisirt durch feine oder stärkere Querkantenrisse oder bei starkem Rothbruch durch Längsrisse im nicht scharfkantigen Stabe, durch saftige Schweisshitze nicht zu entfernen; Bruch dunkel und wenig glänzend, sowohl körnig als sehnig, bei starkem Rothbruch grobe graue Sehnen ohne Glanz.

Rohbruch, veranlasst durch ungleichmässiges Frischen, mit verschieden grobem und glänzenden Korn von Stabeisen neben feinerem Korn von Stahl, die rohen Partien oft in parallelen Streifen durch die Bruchfläche gelegen bei grosser Feinheit des Korns und geringem Glanz; hart und spröde, schwer zu schweissen und zu schmieden, roth- und kaltbrüchig, mit Kantenrissen namentlich am Ende der unansehnlichen stumpfkantigen Stäbe; durch saftige Schweisshitze wesentlich zu verbessern, wenn der Rohbruch nicht zu stark ist.

Kaltbruch, Brüchigkeit in der Kälte beim Biegen, Werfen u. s. w., dagegen schweissbar und haltbar in der Hitze, charakterisirt durch bald zu grobes Korn (deutlichere Krystallisation), bald zu feines Korn bei weisser Farbe und sehr starkem Glanz, veranlasst

a. durch einen Phosphorgehalt (S. 13) bei schuppigen, flasrigen Körnern, in Straten übereinander liegend, schweissbar, durch saftige Schweisshitze nicht zu verbessern, härter, weniger oxydirbar, aber schmelzbarer, als gewöhnliches Eisen; ähnlich wie Phosphor scheinen Nickel, Kobalt, Arsen, Antimon und Zinn zu wirken;

b. durch Kalthämmern, hart mit feinem Korn, von gutem Feinkorneisen durch Sprödigkeit in der gewöhnlichen Temperatur unterschieden, durch saftige Schweisshitze und Aushämmern bei richtiger Temperatur in ein gutes Product zu verwandeln;

c. durch Verbrennen[1]), kalt- und rothbrüchig, ohne schützende Hülle entstanden, nicht blos kohlenstoffarm, sondern mit einem Sauerstoffgehalt, sehr grobes, blättriges, ungleichmässig vertheiltes Korn, durch eine saftige Schweisshitze nicht völlig wieder herzustellen, wohl aber durch passende kohlende Zuschläge[2]), nach Caron[3]) durch blosses Ablöschen in kochendem, mit Kochsalz gesättigtem Wasser.

Faulbruch, bei jeder Temperatur mürbe und von geringer Festigkeit in Folge eines grösseren Siliciumgehaltes (etwa 0.4 Proc.), kurz- und dickfasriges Gefüge im Gemenge mit körnigem Eisen, von dunkler Farbe und wenig Glanz, bei starkem Faulbruch mit Längsrissen und wohl gelblicher Färbung der unganzen Stellen. Einige nennen faulbrüchig auch das hadrige (schiefrige, schulfrige, unganze) Eisen, welches in Folge schlechter Schweissung und Schmiedung Schlacke[4]) oder Hammerschlag einschliesst, Längsrisse und Trennungsflächen auf dem Bruche, sowie schwarze glänzende Partien mit vorstehenden Schiefern von sehniger Textur in der sonst rohen Umgebung zeigt, weder in der Hitze noch in der Kälte hält, aber durch passendes Schweissen und Schmieden sich verbessern lässt.



Schwarzbruch[5]), kalt und rothglühend geschmeidig, dagegen brüchig bei einer noch nicht bis zum Glühen reichenden Temperatur, an Blechen explodirter Dampfkessel wahrgenommen ohne Aufhellung der Entstehungsweise.

Prüfung des Stabeisens.

Ueber die Qualität von Eisenstäben[6]) geben Aufschluss: a. die Beschaffenheit der Oberfläche (glatt, glänzend, scharfkantig, ohne Quer- und Längsrisse und ohne sogenannte Aschenflecke von eingehämmertem Schmiedesinter bei gutem Eisen; blank und mit blauer Anlauffarbe bei kalt gehämmertem Eisen; stumpfe Kanten und Querrisse bei Roh- und Rothbruch, Längsrisse bei starkem Roth- und Rohbruch und hadrigem Eisen); b. Bruchansehn[7]) nach Einhauen mit einem Meissel einige Millimeter tief und Abbrechen;

---

1) Karsten's Arch. 1. R. 15, 458. B. u. h. Ztg. 1871, S. 212; 1874, S. 23, 31. Kerpely, Fortschr. 7, 222. 2) B. u. h. Ztg. 1868, S. 112. 3) Dingl. 210, 181. 4) B. u. h. Ztg. 1871, S. 288. 5) B. u. h. Ztg. 1861, S. 406. 6) Tunner, Stabeisen- und Stahlbereitung 1, 49. 7) B. u. h. Ztg. 1870, S. 255.

c. Festigkeit, zu ermitteln durch eine Wurf-, Fallhammer- oder Biegungsprobe[1]); d. Verhalten in der Hitze (Schweissbarkeit, Funkenwerfen, Verhalten beim Ablöschen, Ausrecken, Lochen, Anspitzen u. s. w.); e. Aetzen[2]) mit verdünnten Säuren oder Quecksilberchlorid[3]), wobei je nach dem Kohlungsgrad und den fremden Beimengungen hellere oder dunklere Flecken erscheinen (Bloslegen der Schweissnähte bei Schienen, von Schlackentheilen u. s. w., Nehmen eines Abdruckes von geätzten Stellen)[4]); f. Untersuchung mittelst der Magnetnadel[5]) auf Homogenität; g. Höhe des Tones[6]) beim Anschlagen.

Begriff von Stahl.

62. Eigenschaften des Stahles.[7]) Während man früher unter Stahl die schweiss-, schmied- und schmelzbaren Eisencarburete mit 0.6—1.5 Proc. Kohlenstoff, welche beim Ablöschen erhärten, begriff, so bezeichnet man bei neueren Processen (Bessemern, Martiniren) ausser den obigen Erzeugnissen auch wohl solche noch mit dem Namen Stahl, welche schon in unschmiedbares oder unschweissbares weisses Roheisen mit bis 2 Proc. Kohlenstoff oder in nicht zu härtendes Schmiedeeisen mit bis 0.05 Proc. Kohlenstoff übergehen (S. 6). Von der Constitution des Stahles war bereits (S. 9) die Rede.

Einflüsse auf die Eigensch.

Von wesentlichem Einflusse auf die Eigenschaften aller dieser Producte sind:

Kohlenstoffgehalt.

1. Der Kohlenstoffgehalt, welcher besonders auf Härte, Schweiss- und Schmiedbarkeit, sowie die Textur influirt, wie die folgenden auf Bessemerhütten üblichen Stahlnummern[8]) zeigen, dessen Menge aber durch anwesende fremde Substanzen (Phosphor, Silicium u. s. w.) beeinflusst wird (S. 18, 20 u. s. w.).

Stahl-No.	Kohlenstoff		
	a	b	c
1	2.00	1.50	1.50—1.38
1½	1.75	—	—
2	1.50	1.25	1.38—1.12
2½	1.25	—	—
3	1.00	1.00	1.12—0.58
3½	0.75	—	—
4	0.50	0.75	0.88 – 0.62
4½	0.25	—	—
5	0.05	0.50	0.62 — 0.38
6	—	0.25	0.38—0.15
7	—	0.05	0.15 - 0.05

a. Schwedische Scala. 1. Uebergang von weissem Roheisen zum härtesten Stahl, sehr schwierig zu schmieden, nicht zu schweissen. 1½. Schon gut zu schmieden, nicht schweissbar. 2. Gut zu schmieden, nicht zu schweissen. 2½. Gut zu schmieden und bei Vorsicht schweissbar. 3. Sehr gut schmiedbar und von

1) Kerpely, Fortschr. 5, 165, 166; 7, 223. Polyt. Centr. 1873, S. 177. 2) Kick, techn. Bl. 1873, S. 112. Kerpely, Ausst.-Ber. 1873, S. 201. Kerpely, Fortschr. 2, 162, 164. 3) Kerpely, Fortschr. 4, 140. 4) B. u. h. Ztg. 1872, S. 355. 5) B. u. h. Ztg. 1868, S. 243. Dingl. 187, 43. 6) Kerpely, Fortschr. 7, 205. 7) Gruner, der Stahl und seine Darstellung in Oest. Jahrb. 18, 33. Kerpely, Fortschr. 2, 195; 3, 206; 4, 247; 5, 221; 6, 207; 7, 304. 8) B. u. h. Ztg. 1865, S. 247; 1868, S. 212, 343; 1872, S. 286. Preuss. Ztschr. 1870, S. 265 (Seraing). Oest. Ztschr. 1865, S. 153. Ann. d. min. 2 livr. de 1869, p. 293.

einem geschickten Schmiede gut zu schweissen, harter Stahl. 3½. Gut schmied- und schweissbar, ordinärer Stahl. 4. Gut schmied- und schweissbar, weicher Stahl. 4½. Schmied- und schweissbar, nicht mehr zu härten, wie Feinkorneisen. 5. Sehr gut schmied- und schweissbar, gegossenes Stabeisen oder Homogeneisen.

b. Tunner's Scala. 1. Schmiedbar, noch nicht schweissbar. 2. Gut schmied-, schwer schweissbar. 3. Harter Stahl, gut schmiedbar, mit Vorsicht zu schweissen. 4. Gewöhnlicher Stahl, gut schmied- und schweissbar. 5. Weicher Stahl, gut schmied- und schweissbar. 6. Weiches homogenes Eisen, nicht zu härten.

c. Neuberger Scala. 1 u. 2. Unschweissbar, selten erzeugt. 3. Leicht schweissbar, für Bohrer und Meissel. 4. Für Schneidzeuge und Feilen. 5. Weicher Stahl für Bandagen. 6. Für Kesselbleche und Axen, wenig zu härten. 7. Für Maschinentheile, nicht härtbar.

Durchschnittlicher Kohlenstoffgehalt[1]) von Wootz 1.34. Stahl für flache Feilen 1.20, für Dreheisen 1.0, Huntsmanstahl für Schneidwerkzeuge 1, gewöhnlicher Stahl für solche 0.90, Stahl für Meissel 0.75, für Prägstempel 0.74, zweimal raffinirter Gärbstahl 0.70, Stahl zum Schweissen 0.68, Stahl zu Bohrern für Steinbrüche 0.64, für Maurerwerkzeuge und Rammen 0.60, gewöhnlicher Stahl zum Stanzen 0.42, für Spaten und Hämmer 0.30—0.32, Bessemerstahl zu Schienen 0.25—0.30, Homogenes Metall (Panzerplatten) 0.23, wenig gestahltes Eisen aus dem offenen Herde 0.18, vor dem Zusatz von Spiegeleisen genommene Probe beim Bessemern 0.05, Bessemereisen, rein, Spur. — Nach Boussingault[2]) enthielt Puddelstahl 1.2, desgl. weich und cementirt 1.48, desgl. hart und cementirt 2.5. Gussstahl als Werkzeugstahl 0.97, wolframhaltiger Gussstahl 0.9—1.0, Uhrfederstahl 1.09, Geschützrohrstahl 0.59, Stahl zu Gewehrläufen 0.45 Proc. Kohlenstoff. Kohlenstoffgehalt von Serainger Stahl: Achsen 0.28—0.35, Stangen 0.25—0.30. Bandagen, Bläuel-, Kuppel-, Kolbenstangen, Kurbelzapfen, Blech 0.27—0.32, Geradführungen 0.40, Schienen 0.40—0.45, Federn 0.45—0.55. — Die Structur des Stahles wird mit zunehmendem Kohlenstoffgehalt feiner. Stahlsorten mit bis 0.55 Proc. Kohlenstoff (Federn, Schienen, manche Maschinentheile) lassen kein Korn mehr erkennen, sondern zeigen bei muschligem Bruch eine matte fahlgraue ins Gelbliche stechende Farbe. Je kohlenstoffärmer und weicher, desto deutlicher wird das Korn und es zeigt sich Seidenglanz.

Beimengungen. 2. Fremde Beimengungen (S. 10), welche entweder Härte, Festigkeit, Elasticität und Schweissbarkeit vermehren (Wolfram, Titan, Mangan, Aluminium u. s. w.) oder vermindern (Phosphor, Schwefel, Silicium, Kupfer u. s. w.).

Ueber den directen oder indirecten Einfluss einzelner dieser Elemente oder mehrerer neben einander fehlen noch Erfahrungen, weshalb man bei Auswahl eines gutartigen Rohmaterials (möglichst schwefel- und phosphorfreies, manganhaltiges Weiss- oder siliciumreiches Graueisen) vorläufig noch den Stahlsorten einen gewissen Kohlenstoffgehalt giebt, ohne von der directen oder indirecten Wirkung anderer Stoffe wesentlich Notiz zu nehmen (Berücksichtigung eines Gehaltes an Phosphor S. 14, an Wolfram S. 23).

Darstellungsmethode. 3. Die Darstellungsmethode. Je nach Auswahl derselben — häufig von der Beschaffenheit des Rohmaterials abhängig — variiren die Stahlsorten besonders in Gleichartigkeit, Härte, Reinheit u. s. w. (Herd- und Puddelstahl, im Gegensatz zu den flüssigen Stahlen u. s. w.).

Mechan. Bearbeitung. 4. Die mechanische Bearbeitung.[3]) Mit wiederholter Schweissung (Gärben) nehmen Festigkeit und Gleichartigkeit zu, während durch Verbrennen von Kohlenstoff dabei die Härte abnimmt.

Den Zusammenhang zwischen chemischem und physikalischem Verhalten des Stahles hat Brusewitz[4]) in einer Zusammenstellung von Analysen, Härtungs-, Schweiss- und Bruchproben nachgewiesen.

1) B. u. h. Ztg. 1869, S. 53. Kick, techn. Bl. 1874, S. 119. 2) Dingl. 199, 212. 3) Kupelwieser, Ausst.-Ber. 1873, S. 23 (Schwed. Bessemerstahl). Kick, techn. Bl. 1874, S. 116. 4) B. u. h. Ztg. 1871, S. 448.

Guter Stahl hat bei lichtgrauweisser Farbe und nicht starkem Glanze (Schimmer) ein feines gleichartiges Korn, bei kohlenstoffreichem, mehrfach bearbeitetem Stahl und Wolframstahl muschligen Bruch, feineres Korn bei gehärtetem als bei ungehärtetem Stahl, und er verbindet Härte mit bedeutender Elasticität und Festigkeit, ohne spröde zu sein. Guter Stahl.

Während fremde Beimengungen meist Sprödigkeit und verminderte Festigkeit herbeiführen, so wirkt der Gehalt an Kohlenstoff hauptsächlich auf die Härte (S. 257) und mit dieser steht die Elasticität im Einklange. Wolfram, Titan u. s. w. ertheilen dem Stahl grössere Härte ohne Verminderung der Festigkeit. Nach Vickers[1]) nimmt letztere bis zu einem Kohlenstoffgehalte von 1.25 Proc. zu, darüber hinaus ab; ausserdem wird sie vermehrt durch mechanische Bearbeitung in richtiger Temperatur, aber geschwächt durch Härten. Ueberall sind die Festigkeitsverhältnisse bei einem Stahl mit über 1.25 Proc. Kohlenstoff sehr schwankend und auch die Cohäsion ist weit entfernt, sich auf der Höhe zu erhalten, welche bei den Sorten mit geringerem Kohlenstoffgehalt angetroffen wird, und sehr rasch abnimmt, um sich mit wachsendem Kohlenstoffgehalt derjenigen des Weisseisens zu nähern. Das grösste Widerstandsvermögen gegen lebendige Kräfte zeigt der gewalzte schwedische Bessemerstahl mit 0.5 Proc. Kohlenstoff. Handelt es sich um grösseres Widerstandsmoment, so ist der gewalzte Stahl dem gehämmerten vorzuziehen. Dieses Moment bei dem schwedischen Stahl = 100 gesetzt, ergab für westphälischen Gussstahl aus Axen 87 Proc. der Nummer, welche die gleiche Contraction beim Bruche zeigte; Grazer Bessemerstahl 96 Proc. Bessemerstahl erreicht bei einem weit geringeren Kohlenstoffgehalte, als derjenige des reinen Stahles, die zulässige Grenze der Sprödigkeit, weshalb die mit minder reinen Erzen arbeitenden Bessemerhütten den Kohlenstoffgehalt ihres Stahles innerhalb enger Grenzen halten.

Die absolute Festigkeit[2]) des Stahles ist weit grösser, als die des Schmiedeeisens (bei etwa 1 Proc. Kohlenstoff am grössten), auch die rückwirkende ist sehr gross und die relative wechselt hauptsächlich nach dem Grade des Härtens. Festigkeit.

Festigkeit auf 1 qcm. 4420 – 146,150 kg. bei geschmiedeten und gewalzten Stäben, 8250—11,500 kg. bei hartgezogenem und 5840 – 6000 kg. bei ausgeglühtem Draht. Auf die Festigkeit influirt auch die Temperatur[3]), die Art der Herstellung und Bearbeitung, das Härten (mit demselben vermindert sich die absolute Festigkeit) und nach Burg[4]) standen Festigkeit und Dehnbarkeit bei Bessemerstahl beinahe im umgekehrten Verhältniss.

Specifisches Gewicht[5]) 7.4—8.1, durchschnittlich 7,7 mit zunehmendem Kohlenstoff und beim Härten sich verringernd, indem gehärteter Stahl einen etwas grösseren Raum einnimmt, als vorher. Spec. Gew.

Beim Erhitzen wird der Stahl weicher, schweisst etwas früher, lässt sich aber schwieriger schweissen und schmieden (S. 257), als Eisen, was beim Zusammenschweissen desselben damit (Verstahlen)[6]) zu berücksichtigen ist. Sehr kohlenstoffreicher, harter, unschweissbarer Stahl muss bei einer unter Schweisshitze liegenden Temperatur geschmiedet werden (z. B. Stahl zu Stuffmeisseln). Der Stahl schmilzt bei 1700—1900° C. und absorbirt dabei Gase[7]) (Kohlenoxyd, Wasserstoff, Stickstoff), welche, wenn das Giessen nicht Verhalten in der Hitze.

1) B. u. h. Ztg. 1862, S. 264. Rev. univers. 1865, livr. 3, p. 540. 2) Kerpely, Fortschr. 4, 247; 5, 220; 7, 304. B. u. h. Ztg. 1869, S. 263. 3) B. u. h. Ztg. 1868, S. 259. 4) Kerpely, Fortschr. 3, 206. 5) Hausmann, Molekularbeweg. 1856, S. 44. B. u. h. Ztg. 1862, S. 264; 1863, S. 280. 6) Kerl, Met. 3, 755. B. u. h. Ztg. 1871, S. 307. 7) Kerl, Met. 3, 713. B. u. h. Ztg. 1864, S. 225; 1866, S. 311, 329; 1867, S. 271, 365, 367; 1873, S. 366; 1874, S. 358. Kerpely, Fortschr. 7, 305.

bei dem richtigen Grade der Abkühlung geschieht, blasige Güsse durch ein Steigen der Masse in den Formen geben.

Die absorbirten Gase können herrühren aus den Verbrennungsproducten oder aus dem Stahle selbst, wenn dessen Kohlenstoff durch als Schlacke eingeschlossenes oxydirtes Eisen, durch beim Giessen hineingerissene Luft oder durch die Kieselsäure der Tiegelwände[1]) oxydirt wird. Der Stahl steigt beim Erkalten um so mehr in den Formen, je weicher, kohlenstoffärmer er ist, weil solcher Stahl aus dem flüssigen erst in den teigartigen Zustand übergeht und dann die Gase schwieriger entweichen können, als bei härterem Stahl, der längere Zeit flüssig bleibt, dann plötzlich hart wird. Bessemerstahl steigt leichter als Tiegelguss- und Siemensstahl (Erzreactionsstahl). — Auch beim Glühen und Hämmern kann der Stahl blasig werden, was man durch Schmieden oder Comprimiren desselben in noch flüssigem Zustande hat vermeiden wollen[2]) und ist in dieser Beziehung das von Daelen zu Barop eingeführte Verfahren besonders zu erwähnen. Whitworth[3]) vermeidet die Blasenbildung durch Giessen des Stahles unter Druck.

Bei zu oftmaligem und zu starkem Glühen oder Schweissen wird der Stahl, wenn er nicht mit einem die Luft abschliessenden Ueberzuge (Lehm, Sand, Borax u. s. w.) versehen ist, grobkörnig und mürbe in Folge Kohlenstoffverlustes (verbrannter, überhitzter Stahl)[4]), giebt aber in saftiger Schweisshitze einen brauchbaren weicheren Stahl und lässt sich zu einem härteren regeneriren, wenn man denselben mit Kohlenstoff abgebenden Substanzen (Schweisspulvern) erhitzt (s. 4. Abschn.). Glühender Stahl lässt sich durch plötzliche Abkühlung härten (s. 4. Abschn.).

Einfluss von Luft und Wasser.

Luft und Wasser wirken auf Stahl weniger oxydirend als auf Eisen und Säuren lösen denselben, je nachdem er gehärtet oder ungehärtet ist, mehr oder weniger leicht auf.

Nach Rinman[5]) hinterlässt gehärteter Stahl beim Auflösen in Salzsäure oder verdünnter Schwefelsäure keinen kohligen Rückstand, ungehärtet ebenfalls nicht bei möglichst starker Wärme und Abschluss von Luft, dagegen einen kohligen Rückstand, wenn die Lösung nicht gleich anfangs oder zur rechten Zeit von Wärme unterstützt wird; durch späteres Erhitzen löst sich die Kohle nicht wieder auf. Zum Schutz des Stahles gegen Rosten dienen dieselben Mittel, wie für Roheisen (S. 244) und Schmiedeeisen (s. 4. Abschn. 3. Thl.); sonst sind noch empfohlen: Eintauchen in Leinöl[6]), Ueberziehen mit Quecksilber[7]), Ueberziehen mit Metallen.

Prüfung des Stahls.

Zur Prüfung der Stahlsorten[8]) dienen:

1. Das Oberflächen- und Bruchansehen (z. B. Sortiren von Cement- und Herdfrischstahl danach), welches über den Grad der Gleichartigkeit, Abwesenheit von Eisenadern, mehr oder weniger vollkommene Schweissung u. s. w. Kenntniss giebt, aber nicht über die Temperaturen, bei welchen der Stahl die grösste Festigkeit bei entsprechender Härte erhält.

Rohbruch giebt sich an Stäben zu erkennen durch noch roheisenähnliches Korn neben feinerem Stahlkorn oder durch Eisenadern bei Kantenrissen (Hartschricken), welche aber beim Raffiniren verschwinden.

2. Das Verhalten beim Härten, Schweissen und Schmie-

1) B. u. h. Ztg. 1874, S. 144. 2) Dingl. 203, 322. Stummer's Ingen. No. 53, 54, 55, 56, 62. 3) B. u. h. Ztg. 1867, S. 215; 1873, S. 345; 1874, S. 143. 4) B. u. h. Ztg. 1871, S. 212. Kerpely, Fortschr. 7, 306. 5) B. u. h. Ztg. 1868, S. 44. 6) B. u. h. Ztg. 1872, S. 403. 7) B. u. h. Ztg. 1870, S. 439. 8) Tunner, Stabeisen- u. Stahlbereitung 1, 56.

den[1]), namentlich aus dem betreffenden Stahl gefertigter Probegeräthschaften, in der Hitze und bei gewöhnlicher Temperatur.

Stäbe aus gutem harten Herdfrischstahl z. B. werden beim Ablöschen nicht krumm, halten den Glühspan weniger fest, lassen sich leicht zerschlagen, zeigen muschligen Bruch mit nicht zu grobem und zu glänzendem Korn, feine Querrisse bei hellem Klang und auf dem Bruche Anlauffarben in concentrischen Ringen (Rose, Rosensprünge); eisenschüssiger Stahl zieht sich krumm, hält den Glühspan fester, zerbricht schwieriger, zeigt lichtes, grobes, glänzendes Korn oder Eisenadern. — Kaltbruch[2]) kann veranlasst werden durch Verbrennen des Stahles (S. 260), einen geringen Phosphor- und Siliciumgehalt, letzterer über 0.12 Proc. (S. 18), oder einen sehr grossen Kohlenstoffgehalt. Stahl ist gegen Phosphor (S. 14) empfindlicher als Schmiedeeisen und um so mehr, je höher der Kohlenstoffgehalt. — Verbrannter Stahl hat grobes krystallinisches Korn und runde muschlige Flecken. — Rothbruch zeigt sich, meist in Folge eines Schwefel- (S. 11) und Kupfergehaltes (S. 22), an feinen, Rauhigkeit erzeugenden, Glühspan einschliessenden und häufig nur mit der Loupe zu erkennenden Kantenrissen, wenn man den Stahlstab bei Rothglühhitze dünn ausreckt und in kaltes Wasser bringt. — Faulbruch, welcher Kalt- und Rothbruch hervorbringt, wird veranlasst durch eingemengtes Eisenoxyduloxyd oder Schlacken, seltener bei Herdfrisch- als bei Puddelstahl, am wenigsten bei flüssig gewesenem Stahl.

3. Die Bestimmung des Kohlenstoffgehaltes, meist neben der Härte-, Schmied- und Schweissprobe.

Ein einfaches colorimetrisches Verfahren hat für diesen Zweck Eggertz[3]) angegeben, auf welches die S. 257 mitgetheilten Scalen basirt sind. Dasselbe giebt nach v. Ehrenwerth[4]) Resultate, welche bei den weichsten, an Silicium und Mangan armen Bessemerstahlsorten mit jenen der Schmied- und Zerreissprobe nahe übereinstimmen, sodass die Sortirung dieser Stahlsorten nach dem Kohlenstoffgehalt geschehen kann, nicht aber bei härteren Sorten, bei welchen ein Siliciumgehalt oft bedeutend mehr Einfluss auf die Härte ausübt, als der Kohlenstoff. Solcher siliciumreicherer Stahl entsteht besonders aus siliciumreichem Roheisen und bei Anwendung von heissem Wind beim Bessemern.

4. Die Ermittelung der Festigkeit[5]), welche die Proben beim Zerreissen zeigen, nach bleibender Längenausdehnung im Momente des Reissens.

Zu Creusot[6]) bezeichnet man Stahl (Massen- und Werkzeugstahl) mit No. 1, wenn die bleibende Ausdehnung im Momente des Reissens im Mittel 13 Proc. beträgt und lässt die Nummern bis 11 mit je 2 Proc. der Längenausdehnung steigen. No. 1 ist die härteste, No. 11 die weichste Sorte.

5. Sonstige in Vorschlag gebrachte Mittel: Herstellung magnetischer Figuren[7]), angeätzte Brüche[8]) und Photographiren[9]) derselben.

---

1) B. u. h. Ztg. 1872, S. 451. 2) B. u. h. Ztg. 1872, S. 451. 3) B. u. h. Ztg. 1863, S. 373; 1866, S. 348; 1869, S. 447; 1870, S. 296; 1871, S. 95, 279; 1873, S. 17; 1874, S. 193, 468; 1875, S. 79 (Kohlenstoffbestimmung des Normalstahles). Bolley, techn. chem. Untersuchungen 1874, S. 248. 4) Kärnthn. Ztschr. 1874, S. 359. B. u. h. Ztg. 1875, S. 58; 1869, S. 449 (Gruner). 5) Polyt. Centr. 1873, S. 177. Kerpely, Fortschr. 6) B. u. h. Ztg. 1874, S. 234. 7) B. u. h. Ztg. 1868, S. 339. 8) Kerpely, Fortschr. 2, 196, 199, 200. Polyt. Centr. 1874, S. 380. 9) B. u. h. Ztg. 1865, S. 352.

1. Abschnitt.

Darstellung von schmiedbarem Eisen (Schmiedeeisen und Stahl) **aus Erzen** (Rennarbeit, directes oder unmittelbares Verfahren).

Theorie des direct. Verfahrens.

63. Wesen des Processes. Dieses älteste Verfahren der Eisenerzeugung besteht darin, Eisenerze mit reducirenden und kohlenden Agentien (Kohle, Kohlenoxydgas) in Herd-, Schacht-, Flamm- oder Gefässöfen bei so niedriger Temperatur oder in so kurzer Zeit zu behandeln, dass ein schwach gekohltes Product (Schmiedeeisen oder Stahl) in Gestalt eines Schwammes oder eines teigigen Klumpens (Luppe, Wolf) unter Entstehung einer mehr oder weniger flüssigen Schlacke erfolgt.

Vergleichung mit directen Methoden.

Diese Processe[1]) erfordern zwar nicht, wie die indirecten oder mittelbaren Stahldarstellungsmethoden, die Mitwirkung des mit bedeutendem Wärmeverlust und der Erzeugung eines unreineren Productes verbundenen Hohofenprocesses (Frischstahl aus Roheisen), noch des kostspieligen Frischprocesses (Kohlungsstahl aus Schmiedeeisen, Mischstahl aus Roh- und Stabeisen), und liefern ein sehr reines Product, haben aber im Vergleich zu diesen solche Nachtheile, dass ihre Anwendung bislang eine sehr beschränkte gewesen ist. Im Allgemeinen erfordern dieselben sehr reine, erdenarme Erze, viel Brennmaterial und geben bei bedeutendem Eisenverlust und discontinuirlichem Betriebe meist nur geringe Productionen.

Eisenbildung.

64. Aeltere Rennprocesse. Dieselben werden in Herden (Rennfeuern, Luppen-Herden) oder niedrigen Schachtöfen (Wolfs-, Stück-, Sinteröfen) ohne Gebläsewind (Afrika, Asien) oder mit solchem in der Weise ausgeführt, dass kleine Stücke reinen leichtreducirbaren Erzes (am besten kieselige Brauneisensteine, kalkige Erze geben zu steife Schlacke) mit brennenden Holzkohlen in Berührung gebracht und von diesen direct oder durch Kohlenoxydgas theilweise reducirt werden, worauf sich das reducirte Eisen mehr oder weniger kohlt, während nicht reducirtes Eisenoxydul mit der Asche der Holzkohlen und den Erden des Erzes eine sehr leicht- und dünnflüssige schwarze Schlacke giebt, welche Eisenoxyduloxyd (durch Oxydation von Eisen mittelst Gebläsewindes gebildet) aufnimmt und im Gemenge mit dem reducirten Eisen dessen höhere Kohlung bei etwa zu hoch gestiegener Temperatur erschwert. Bei der niedrigeren Temperatur reduciren sich fremde Beimengungen weniger leicht und bleibt namentlich ein Phosphorgehalt mehr in der eisenreichen Schlacke zurück (S. 16), so dass ein sehr reines, aber nicht homogenes, Eisen und Stahl enthaltendes Product entsteht. Der erfolgende teigartige schlackige poröse Eisenklumpen (Luppe, Wolf, Stück) wird unter Hämmern von Schlacke befreit (gezängt) und zusammengeschweisst.

---

1) Kerpely, Fortschr. 7, 225. B. u. h. Ztg. 1869, S. 242.

Soll Stahl statt Schmiedeeisens erzeugt werden, so wendet man höhere Temperatur an (setzt weniger Erzklein auf mehr Kohle), lässt beide länger in Berührung (durch langsameres Einrücken der Erzstücke ins Feuer) und schützt das gekohlte Eisen vor Wiederoxydation (öfteres Abstechen der eisenhaltigen oxydirenden Schlacke, schwächeres Stechen der Form und Schwächung des Windes gegen das Ende, Anwendung manganreicherer Erze, welche weniger oxydirende, dünnflüssigere Schlacke geben) u. A. Stahlbildung.

Dieses Verfahren[1]) ist sehr kostspielig wegen geringen Ausbringens bei sehr bedeutendem Kohlenverbrauch, starker Eisenverschlackung und hoher Arbeitslöhne, erfordert geschickte Arbeiter und gestattet bei allerdings geringem Anlagecapital aber auch nur eine geringe Production, verschwindet deshalb immer mehr und mehr und ist meist nur noch in uncultivirten Ländern in sehr primitiven Apparaten (Hinter- und Centralindien, Afrika, im Westen von Nordamerika), sonst aber auch noch da in Anwendung, wo billige Holzkohlen und Arbeitslöhne bei reinen reichen Erzen zu Gebote stehen und der Eisenabsatz ein beschränkter ist (Pyrenäen, Finnland, Ungarn, Siebenbürgen, China, Türkei u. s. w. S. 99).

1. Rennarbeit in Herden (Luppenfrischerei).[2]) Man unterscheidet in Europa die deutsche (bis 1798 in Oberschlesien üblich)[3]), französische (catalonische, navarrische und biscayische mit verschieden grossen Herden) und die corsikanische oder italienische Luppenfrischerei. Classification.

Diese Modificationen unterscheiden sich hauptsächlich durch die verschiedene Anordnung von Erz und Brennmaterial, die Art der Schlackenbildung und Grösse der Production, was auf Eisenqualität und Kosten influirt. Deutsche Methode: Ausbreiten grösserer Mengen Erz und Brennmaterial über den ganzen Herd, vorheriges Erzeinschmelzen behuf der Schlackenbildung; catalonische Methode: allmäliges Einführen des Erzes von einer Seite des Herdes ins Feuer und Schlackenbildung durch an der Formseite niedersinkendes Erz; italienische Methode: Aufgichten des Erzes mit Kohle hinter einem Ring von Kohle und Mischung des Erzes mit Schlacke von der vorhergehenden Arbeit.

Die Herde (Feuer) bestehen aus einer 4seitigen Grube, an drei Seiten von Mauerwerk aufgeführt (ähnlich wie ein Roheisenfrischherd); die Vorderwand besteht aus Schmiedeeisenplatten (Zacken) mit Schlackenloch, die etwas in den Herd geneigte Wand gegenüber (Rückwand) ganz aus Stein mit Thon als Mörtel, die linksseitige Wand (Formwand) ist mit Eisenplatten ausgekleidet und geht gerade herab, die derselben gegenüber befindliche Gichtwand aus schmiedeeisernen, nach oben hinaus gusseisernen Balken mit starker Neigung aus dem Feuer. Die Sohle bildet ein Gesteinsblock, auf einer Schlacken- oder Thonunterlage ruhend. Herde.

Catalonisches Verfahren[4]) in den mittleren und östlichen Pyrenäenländern. Herd 2.5—3 m. lang und breit, 0.7—0.9 m. hoch, kupferne Form 0.48 m. lang, mit 42—44 mm. breiter und 32—34 mm. hoher Rüsselöffnung und 10—20 mm. langer Oberlippe (Obermaul) und mit dieser bei etwa 40° Stechen 0.225 mm. über die Formwand in den Herd ragend bei 0.3—0.53 m. zurückliegender Düsenmündung. Wassertrommelgebläse (S. 142). Anfüllen des Feuers bis unter Beispiele.

---

1) Kerpely, Fortschr. 7, 225. 2) Karsten's Arch. 1. R. 9, 465. Erdmann's J. 9, 361, 371. Dingl. 66, 218; 71, 52, 415; 78, 229; 80, 29; 82, 40; 85, 367. Karsten's Eisenhüttenkunde Bd. 4. Percy-Wedding, Eisenh. 2. Abtheil., S. 487. Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 14, 344. Jordan, Cours de Métallurgie 1874, Taf. 57 u. 58. 3) Karsten's Eisenhüttenk. 4, 287. 4) Richard, Etudes sur l'art d'extraire immediatement le fer de ses minérais, Paris 1838. François, Recherches sur le gisement et le traitement direct des minérais de fer, Paris 1843.

die Form mit Holzkohlen, Anhäufung von Erz an der Gichtwand, Ueberkleiden desselben mit einem Gemenge von Kohlenlösch und angefeuchtetem Erzklein zur Abhaltung von Kohlenoxydgas, Füllen des Raums zwischen Erz und Formwand mit Kohlen, Anzünden derselben, wobei das gebildete Kohlenoxyd theils in den Kohlen, grossentheils aber im Erz aufsteigt, dieses vorwärmt, röstet und reducirt, während sich am Boden unreine eisenoxydulreiche Schlacke ansammelt; Ersetzung der verbrennenden Kohlen bei gleichzeitiger Einschichtung von Erzklein, allmäliges Einschieben der Erzstücke in die glühenden Kohlen, Ansammlung des reducirten und dann gekohlten Eisens zu einem Klumpen (Luppe, Deul), Ablassen von Schlacke, wenn solche in reichlicher Menge vorhanden, Abräumen der Kohlen, Zusammendrücken der Luppe (hartes, stahlartiges Eisen), Ausheben derselben und Ausquetschen der Schlacke (Zängen) unter einem Schwanzhammer. Charge 400—500 kg. Brauneisenerz, Chargendauer 6 St. bei einem Ausbringen von 100 Eisen aus 310—320 kg. Erz mit 340 kg. Kohle. Schlacken[1]) vom Anfang (a) und Ende der Arbeit (b) enthielten:

	SiO_2	FeO	MnO	Al_2O_3	CaO	Fe	C
a.	22.0	67.5	2.0	2.0	1.5	5.0	—
b.	20.0	37.0	0.7	3.5	3.0	30.2	5.0

Durch Benutzung der verlornen Wärme[2]) in einem Flammofen, in welchem die Erze auf einer Kohlenunterlage für den Herd vorbereitet werden, hat man auf italienischen Hütten bei Vermehrung der Production bedeutend an Brennmaterial gespart (auf 1 Eisen 2.6 Kohle). Auch hat man die Herdsohle zweckmässig verändert.[3]) — Corsische Luppenfrischerei[4]): Anordnung des mit Kohle gemengten Erzes hinter einem vor der Form hergestellten Kohlenkranz, eintretende Reduction und Sinterung des Erzes, Ausbreiten desselben auf einer Schlackenlage von der vorigen Arbeit und Aufgeben in den mit Holzkohlen versehenen Herd. Charge 500 kg. Elbaer Eisenglanz, Dauer 12 St., Verbrauch von 260 Erz und 800—890 Kohlen auf 100 Eisen. Ausbringen 39 Proc.

Anwendbarkeit.

2. **Rennarbeit in Schachtöfen (Stückofenwirthschaft).** Dieses Verfahrens in verschiedenen Gegenden Asiens und Afrikas in roher Weise noch meist in Anwendung (S. 99), ist in Europa (S. 99) vom 16. bis 18. Jahrhundert besonders in Kärnthen, auch in Steyermark, der Grafschaft Henneberg u. a. unter dem Namen Stückofenwirthschaft[5]) (S. 99) ausgeführt in Oefen von 1.88—3.8 m. Höhe sowohl für Erz (Stück- oder Wolfsöfen), als auch für Eisenfrischschlacken oder Frischsinter (Sinteröfen S. 99).

Trotz Brennmaterialersparung, grösseren Eisenausbringens und stärkerer Kohlung des Eisens im Vergleich zum Herdrennen ist jedoch auch dieses Verfahren nur noch wenig in Anwendung wegen intermittirenden Betriebs, geringer Production, schwieriger Erreichung eines bestimmten Kohlungsgrades des Eisens, beschwerlicher Arbeit, immerhin noch beträchtlichen Brennstoffaufwandes an theuren Holzkohlen und grossen Eisenverlustes. Wenn dieser Process noch jetzt in einigen Gegenden Europas (Finnland, Ungarn, Siebenbürgen S. 99) ausgeführt wird, so hat dieses seinen Grund in sehr billigem, gutem Rohmaterial (Erzen und Holzkohlen), billigen Arbeitslöhnen (z. B. für ungarische Zigeuner), geringen Anlage- und Einrichtungskosten für einen Kleinbetrieb bei beschränktem Absatzgebiet (in Folge schlechter Strassen, einer wenig Bedürfnisse habenden Population u. s. w.).

Oefen.

Die Stücköfen haben bis 3.8 m. Höhe und bei kreisrundem Querschnitt meist im vertikalen Schnitt die Form zweier abgestumpfter Pyramiden oder Kegel, ähnlich wie Hohöfen. Als Gebläse dienen Lederbälge oder Ventilatoren mit oder ohne Winderhitzung. Hauptsächlich durch verschiedene Neigung der Form erzielt man

---

1) Rennfeuerschlacken in Kerl, Met. 1, 867. Hartmann, Fortschr. 4, 122. 2) Ann. d. min. 4 sér. 1850, p. 143; 6 sér. 1869, Bd. 15, S. 340. 3) Journ. of the Iron and Steel-Inst. 1873, Vol, 1, No 1 (Creener). 4) Ann. d. min. 2 sér. 1828, p. 121. Coudray, mémoire sur la manière, dont on extrait en Corse le fer, Paris 1775. 5) Karsten's Eisenhüttenk. Bd. 3, §. 630; Bd. 4, §. 983. Dess. Arch. 1. R. 2 b., 28; 8, 239.

Eisen oder Stahl. Die kleinsten Oefen dieser Art, früher in Schweden und Norwegen, noch jetzt in Finnland im Gebrauch, nannte man Blase-, Bauern-, auch Osemundöfen, bei etwa 1.88—2 m. Höhe.

Arbeitsverfahren.

Beim Stückofenbetrieb kommen folgende Operationen vor: Austrocknen des Ofens, Füllen desselben bei offener Brust ganz mit Kohlen, Anlegen von Feuer in dem um etwa 16 cm. in die Hüttensohle versenkten Gestell, Schliessen der Brust mit Letten, Anlassen des Gebläses, Aufgeben von möglichst kalkfreiem Erz, wenn Feuer an der Gicht erscheint (auf 4—5 kg. Kohle 1—2, später 3 Schaufeln Erz), nach etwa 2 St. Oeffnen des Schlackenloches und continuirliches Abfliessenlassen der Schlacke, bis sich nach 10—12 St. ein hinreichend grosser Eisenklumpen (Stück, Wolf) von 125—150 kg. Gewicht gebildet hat, dann Aufbrechen der Ofenbrust bei abgestelltem Gebläse, Herausziehen des Wolfs mittelst Zange, Ueberdecken desselben in einer Grube in der Hüttensohle mit Holzkohlenklein, Zerspalten desselben mit Haken in zwei Richtungen, Zertheilen mittelst Keilen in Schirbel, Ausheizen derselben in einem Ausheizfeuer unter Ausscheidung von Schweissschlacke und Strecken unter Stirn- oder Schwanzhammer; Ausbessern des Ofenfutters, Wiederanlassen des Ofens; Regulirung des Satzes nach der Dünnflüssigkeit der Schlacke (Abbrechen an Satz bei Verminderung derselben).

Beispiele.

Siebenbürgen[1]): Zalasd. Ofen abgestumpft-kegelförmig, 3.45 m. hoch, oben 0.32, unten 0.73 m. weit, Kohlensätze 0.063 cbm., Erzsätze 19—20 kg., Gichtenzahl 58—60 in 24 St., Düsendurchmesser 39 mm. bei auf 100—125° C. erhitztem Ventilatorwind von 26—39 mm. Quecksilberpressung. Ausbringen aus 100 Beschickung 25 Eisen, Verbrauch von 1.35 cbm. Holzkohlen auf 100 kg. Wolfseisen, wöchentliche Production 1960—2072 kg. — Gyalar. Ofen 2.844 m. hoch und 1.264 m. weit. Verarbeitung von 280 kg. Brauneisenstein mit 0.945 cbm. Holzkohlen in 8 St. auf 50—60 kg. Stabeisen und bis 200 kg. sehr eisenreicher Schlacken.

Zweck.

65. Neuere Rennprocesse. Die meisten derselben bezwecken einen getrennten Reductions- und Schmelzprocess, indem seltener in Schacht- und Flamm-, als in Gefässöfen reine Erze bei so niedriger Temperatur (Dunkelrothgluth) reducirt werden, dass das erzeugte Eisen, ohne Flüssigwerden der erdigen Bestandtheile und ohne dass sich fremde Beimengungen reduciren, als Eisenschwamm erfolgt, welcher unter Abscheidung der Gangarten als flüssige Schlacke in besonderen Apparaten zusammengeschweisst wird.

Werth der Processe.

Derartige Processe[2]) haben sich fast durchweg keine Bahn gebrochen wegen Erfordernisses nicht überall zu beschaffender reiner, reicher und leichtreducirbarer Erze, complicirter Apparate, unvollkommener Reduction, hohen Aufwandes an Brennmaterial, namentlich in Gefässöfen, geringer Production, Unsicherheit der Zusammensetzung des Productes, der leichten Oxydation des Eisenschwammes durch Kohlensäure im Reductionsapparat und an der Luft, namentlich beim Schweissen, in Folge dessen bedeutende, den der alten Rennmethoden gleichende Eisenverluste vorkommen, welche mit ärmer werdenden Erzen zunehmen. Neuerdings ist es indes Siemens unter Anwendung seines Regenerativofenprincips gelungen, diese Uebelstände mehr oder weniger zu beseitigen und eine namentlich für die Mischstahlbereitung ökonomisch brauchbare Methode der directen Eisen-

1) Kerpely, Eisenhüttenwesen in Ungarn 1872, S. 8, 12, 14. B. u. h. Ztg. 1873, S. 47.
2) B. u. h. Ztg. 1870, S. 56. Oest. Jahrb. 1874, Bd. 22, No. 2 (Tunner).

darstellung anzubahnen (Präcipitationsverfahren). Auch sind in neuerer Zeit in Nordamerika dem angestrebten Ziele sich nähernde Methoden im Grossen zur Ausführung gebracht (von Wilson und Blair). Die Erzeugung von Eisenschwamm als Präcipitationsmittel für Kupfer[1]), zur Wasserreinigung[2]) u. A. aus Kiesrückständen (S. 56) ist nicht ohne Bedeutung.

Schachtofenarbeit.

1. Erzreduction in Schachtöfen. Dieselbe kann mittelst festen oder gleichzeitig gasförmigen Brennmaterials geschehen.

Beispiele.

a. Festes Brennmaterial. Nach Liebermeister[3]) Reduction im Eisenhohofen und Unterbrechung des Processes zu rechter Zeit (letztere schwierig zu treffen); nach Müller[4]) und Johnson[5]) Reduction im Hohofen und Einblasen von pulverförmigem Eisenoxyd beim tropfenweisen Eintritt des gebildeten Roheisens in den Herd.

b. Gasförmiges Brennmaterial. Nach Chenot[6]) (ähnlich Yates[7])) Erhitzen des Erzes zwischen Kohlen in einer vertikalen Kammer, theils äusserlich, theils durch eingeleitetes Kohlenoxydgas erhitzt, Zerkleinern des erfolgenden schwammförmigen Productes zwischen Mühlsteinen, Pressen zu Cylindern und Schmelzen in Tiegeln, wohl unter Kohlenzusatz, auf Stahl (wegen grosser Kosten und geringer Production ohne wesentlichen Erfolg geblieben). — Nach Gurlt[8]) Erhitzen des Erzes ohne festes Brennmaterial mit Generatorgasen in einem Ofenschacht und Schweissen des Schwammes in einem Comtéfeuer zu Luppen (ausgeführt in Biscaya[9]) und zu Vicdessos[10]), an letzterem Orte wegen Ungleichmässigkeit des Productes und zu grossen Eisenverlustes wieder aufgegeben). — Chenot's neueres Verfahren[11]) zu Vicdessos: Verbindung eines Ofenschachtes von 4—4.5 m. Höhe mit einem beweglichen Herd, Aufgeben von verstärkten Erzsätzen und Brennmaterial in ersterem und Frischen des Roheisen in dem Masse, als es sich bildet, bei stechender Form im Herde (schwerregulirbarer Ofengang und ungleichartige Luppen); nach ähnlichem Principe und mit Zugluft durch einen Schlitz zwischen Schacht und beweglichem Herd gespeist, ist Sivier's Ofen[12]) construirt. — Ramdohr[13]) empfiehlt zur Erzielung von Continuität die Reduction in dem mit Kohlenoxydgas versehenen Stetefeldt'schen Röstofen vorzunehmen.

Flammofenarbeit.

2. Erzreduction in Flammöfen. In denselben lässt sich ein oxydirender Einfluss der Luft weniger ausschliessen als in Schachtöfen.

Thoma's Gasflammofen[14]); Darstellung von Eisenschwamm (s. oben) zum Kupferfällen durch Erhitzen von mit Steinkohle gemengten Kiesrückständen (S. 56) bei reducirender Flamme, welche dann unter dem Herd des Ofens durchzieht. — Yates[15]) bewerkstelligt in einem der Länge nach durch eine Scheidewand in 2 Abtheilungen getheilten Puddelofen das Ausschmelzen der Schlacke und die Luppenbildung, nachdem durch die Ueberhitze das mit Kohle gemengte Erz in besonderen Kammern reducirt ist.

Gefässofenarbeit.

3. Erzreduction in Gefässöfen. Dieselben gestatten den Luftausschluss bei der Reduction, erfordern aber viel Brennmaterial, welches indes bei Gasfeuerung von minderer Qualität sein (Blair) oder bei Benutzung der Abhitze anderer Oefen zu sparen ist (Wilson), wodurch solche Processe rentabel werden können.

Clay[16]) erhitzt Erz und Kohle in einer Gasretorte und behandelt die Masse nach dem Erkalten im Puddelofen (viel Brennstoff, grosser Eisenverlust). — Er-

---

1) B. u. h. Ztg. 1861, S. 292; 1862, S. 24; 1871, S. 67; 1872, S. 149; 1874, S. 179; 1875, S. 62. Polyt. Centr. 1864, S. 1177. 2) B. u. h. Ztg. 1874, S. 159. 3) B. u. h. Ztg. 1860, S. 137, 243, 252, 272. 4) Kerpely, Fortschr. 2, 165. 5) B. u. h. Ztg. 1864, S. 260. 6) B. u. h. Ztg. 1856, S. 104; 1857, S. 181; 1859, S. 225; 1860, S. 7; 1869, S. 397, 450. Tunner's Ausst.-Ber. 1855, S. 46. Dingl. 179, 194. 7) Yates, Iron and Steel, London 1860, p. 23. Leobn. Jahrb. 1874. 8) Gurlt, die Roheisenerzeugung mit Gas, Freiberg 1857. B. u. h. Ztg. 1857, S. 12; 1860, S. 27. Berggeist 1857, S. 606; 1859, S. 469. 9) Allgem. B. u. h. Ztg. 1863, S. 294. 10) B. u. h. Ztg. 1869, S. 397. 11) B. u. h. Ztg. 1869, S. 397, 450. 12) B. u. h. Ztg. 1860, S. 504; 1869, S. 450. 13) B. u. h. Ztg. 1871, S. 68. 14) B. u. h. Ztg. 1845, S. 167, 871. 15) Oest. Jahrb. 22, 193. 16) Hartmann, Fortschr. 1, 252.

hitzen von Erz und Kohle in stehenden Retorten in einem Flammofen, welcher direct befeuert (Trosca[1]) Ponsard[2])) oder durch die abgehende Hitze aus einem Flammofen geheizt wird (Renton); der erzeugte Eisenschwamm gelangt entweder in einen hermetisch schliessenden Wagen (Trosca) oder heiss in den Puddelofen (Renton)[3]) oder in flüssiges Roheisen in einem Regenerativ-Flammofen (Ponsard), welcher aber stark angegriffen wird. — Nach Rogers[4]) Erhitzen des mit Steinkohle gemengten Erzes in einem über einem Puddelofen aufgehängten rotirenden Cylinder und Entlassen des Eisenschwammes aus letzterem in ersteren. — Nach Blair[5]) werden mit Kohlenpulver gemengte geröstete, sehr kleine Erze in einem ringförmigen, durch Gasfeuerung von aussen erhitzten Raum reducirt, welcher letztere nach unten röhrenartige, durch Wasser gekühlte und mit Schiebern versehene Verlängerungen hat. Durch diese kann das abgekühlte, noch nicht völlig reducirte Erz abgelassen werden, welches in kaltem Zustande unter einer hydraulischen Presse zu Blooms von 30 cm. Höhe und 16 cm. Durchm. gepresst, sodann in angewärmtem Zustande in ein Roheisenbad eines Regenerativofens gebracht und schliesslich eine Rückkohlung mit Spiegeleisen vorgenommen wird. Das Roheisen kann auch durch Anwendung von thierischer Kohle und Einleiten von Kohlenwasserstoff ganz gespart werden. Die Kosten dieses in den Vereinigten Staaten von Nordamerika mehrfach ausgeführten Processes halten denen für Darstellung der Bessemerblöcke so ziemlich die Wage und der Process beruht auf richtigen Principien. — Wilson[6]) erhitzt die Erze in einem ähnlichen ringförmigen Raum durch die Abhitze der Puddelöfen, deren drei Abtheilungen dann das Erz allmälig passirt. 1 Thl. Stabeisen erfordert an 2 Thle. Kohle bei diesem in Nordamerika ausgeführten Processe.

66. Neueste Rennprocesse. Dieselben bezwecken vorwaltend die Darstellung von Eisenluppen für die Mischstahlbereitung (Siemens, Gerhard); die Erzeugung von Eisenschwamm hat sich auch neuerdings nicht vortheilhaft erwiesen (Siemens' Versuche). **Zweck.**

1. Siemensprocesse und zwar: **Siemensprocesse.**

a. Zur Darstellung von Eisenschwamm. Nachdem ohne günstigen Erfolg hauptsächlich wegen zu hohen Brennstoffaufwandes und zu langer Dauer von Siemens versucht worden, aus reinen mit Kohle gemengten Eisenerzen in stehenden Röhren[7]) und horizontalen rotirenden Cylindern[8]) unter Einwirkung von Generatorgasen Eisenschwamm zu erzeugen und diesen direct behuf Darstellung von Mischstahl in ein im Regeneratorflammofen hergestelltes Roheisenbad gelangen zu lassen, hat derselbe zur Beschleunigung des Processes und zur Erhöhung der Production ein Gemenge von Eisenerz und Kohle einen mit Regenerativfeuerung versehenen rotirenden Ofen passiren lassen, wobei sich Eisenschwamm erzeugte, der dann am Ende des Cylinders in ein Bad flüssigen Roheisens fiel (Landoreprocess). **Eisenschwammdarstellung.**

Dieses auf den Landorewerken bei Swansea ausgeführte Verfahren wurde indes auch verlassen, weil der Eisenschwamm aus den Generatorgasen für die Stahlerzeugung zu viel Schwefel absorbirte, ferner bei seiner Einführung ins Roheisenbad auf diesem schwamm und sich oxydirte. Der Brennmaterialaufwand[9]) stellte sich günstiger, als bei anderen Processen. Während man bei den alten Rennarbeiten und bei 30% Ausbringen auf 1 Thl. Eisen 6—21 Thle. Holz

---

1) B. u. h. Ztg. 1866, S. 120, 398. 2) B. u. h. Ztg. 1869, S. 415; 1874, S 8. 3) B. u. h. Ztg. 1856, S. 133, 180. 4) B. u. h. Ztg. 1862, S. 341. 5) B. u. h. Ztg. 1874, S. 179, 294. Oest. Ztschr. 1874, S. 353. Oest. Jahrb. 22, 197. Engin. and Min.-Journ. New-York 1874, Vol. 27, No. 23 u. 24 (mit Abbildg.). Polyt. Centr. 1874, S. 1467 (mit Abbildg.). 6) B. u. h. Ztg. 1873, S. 380. Oest. Jahrb. 1874, S. 194. 7) B. u. h. Ztg. 1869, S. 53, 338 (mit Zeichn.). 8) B. u. h. Ztg. 1869, S. 450 (mit Zeichn.). Kupelwieser, Hüttenwesen auf d. Wien. Ausst. 1873, S. 6. 9) B. u. h. Ztg. 1873, S. 369.

(in den verbrauchten Holzkohlen), beim Holzkohlenhohofen- und Puddelprocess 5.4—8.1 Thle. Holz und beim Cokeshohofen- und Puddelbetrieb 2.33—4.27 Thl. Steinkohlen braucht, so waren in Siemens' Rotator nur 2 Thle. Holz und 1.25 Thle. Steinkohle erforderlich.

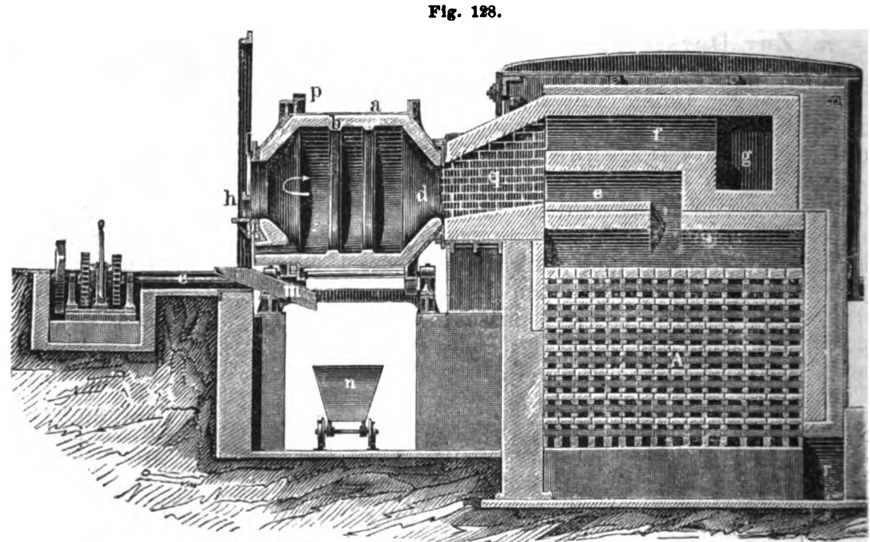
Präcipitationsverfahren für Luppeneisen.

b. Zur Darstellung von Luppeneisen. Günstigere Resultate erfolgten, wenn die Eisenerze mit passenden Zuschlägen zur Verflüssigung der Erden beschickt, die Masse in teigartigen oder flüssigen Zustand versetzt und mit Steinkohle in Berührung gebracht wurde, um das Eisen aus dem in der flüssigen Masse suspendirten Eisenoxyd zu reduciren, gleichsam auszufällen, und die fremden Bestandtheile in der eisenhaltigen Schlacke zurückzuhalten, namentlich Schwefel und Phosphor (Präcipitationsverfahren)[1]), dann das Eisen zu Luppen zu formiren. Anfangs schmolz man Erz und Zuschläge auf dem oberen Herd eines mit zwei terrassenförmig über einander befindlichen Herden versehenen Regenerativflammofens (Cascadenofen)[2]) ein, stach die geschmolzene Masse in einen tiefer gelegenen Sumpf ab und schied das Eisen durch eingerührte Kohle aus. Wegen zu viel Handarbeit und geringer Production ist dieses Verfahren verlassen. Durch Anwendung eines rotirenden Ofens wurde das Verfahren mechanisch und für den Grossbetrieb tauglich, sowie für gewisse Zwecke lebensfähig gemacht, was in Birmingham auf Siemens' Werken und zu Sheffield auf Vickers Son's Werken erhaltene Resultate bestätigen.

Siemens'-Rotirofen.

Siemens' Rotator (Fig. 128, 129). *a* rotirender Herd aus Eisenblech mit einer 200 mm. dicken Schicht *b* eines Gemenges aus Bauxit, Graphit und Thon

Fig. 128.

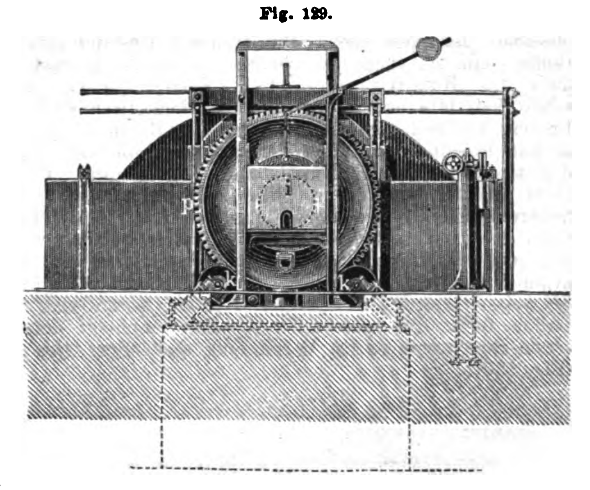


oder von Eisenoxyd ausgefüttert und von der Vorgelegewelle *c* aus durch Zahnräder oder Schraube und Schneckenrad, welches in den gezahnten Kranz *p* ein-

1) Vorträge von Dr. W. Siemens über Brennmaterial und Gewinnung von Eisen und Stahl durch directes Verfahren. Berlin 1874. B. u. h. Ztg. 1873, S. 369, 423. Kerpely, Ausst.-Ber., S. 12. Akerman's Wien. Ausst.-Ber. 1874, S. 45 (Schwed.). Oest. Ztschr. 1873, No. 19. Bull. de la soc. de l'ind. min. 1874, T. 3, livr. 1. 2) Kerpely, Wien. Ausst. Ber. Taf. 1, Fig. 1 u. 2. B. u. h. Ztg. 1874, S. 375.

greift, in Rotation versetzt, wobei der in der Mitte 2.3 m. weite und 2.8 m. lange Cylinder auf den Rollen *k* sich dreht. *A* Regenerator mit Reversirventilen und Gaserzeugern in Verbindung zur Erhitzung des bei *r* eintretenden brennbaren Gases, welches durch *e* in den Raum *q* zieht und sich hier mit heisser Luft mischt, die durch *f* und *g* aus dem entsprechenden Lufterhitzungsregenerator kommt. Die im Raume *q* entstandene Flamme schlägt bei hinreichender Gaspressung bis gegen die Arbeitsseite *h*, wendet sich zurück, gelangt in einen *q* entsprechenden, durch eine verticale Scheidewand davon getrennten Raum, aus diesem durch *e* und *fg* correspondirende Canäle zu den abgekühlten Regeneratoren, von da in die Esse. *h* Arbeitsseite, durch eine Thür *i* verschliessbar, darunter der Schlackenhals *m* zur Abführung der Schlacke in den Wagen *n*.

Fig. 129.



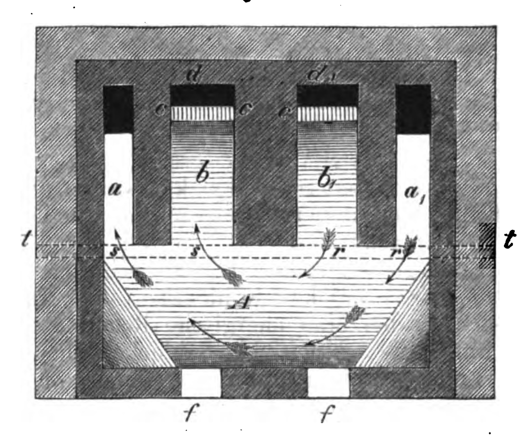
Einsetzen von 1000 kg. (am besten 500—600 kg.) erbsen- bis bohnengrossem Erz, mit Kalk oder anderen Flussmitteln zu einer basischen und dünnflüssigen Schlacke beschickt, in den geheizten langsam rotirenden Ofen, Erhitzen während circa 40 Minuten zur hellen Rothgluth, Zusatz von 250—300 kg. Kohlenklein bis Nussgrösse, schnelles Rotirenlassen, wobei eine energische Reaction eintritt, das reducirte Eisen unter die schmelzende Schlacke geht und Kohlenoxydgas aufsteigt, welches bei abgestelltem Generatorgasstrom verbrennt und hinreichende Hitze giebt; langsameres Rotirenlassen, dann Anhalten des Rotators, um die flüssige Schlacke abzustechen, rasches Drehen zur Vereinigung der Eisentheilchen zu 2—3 Luppen, Herausnehmen und Zängen derselben; Chargendauer 2 St., Ausbringen 500 kg. Eisen. Verbrauch von 1.25 Thl. Steinkohlen auf 1 Thl. Eisen, sonst beim Hohofen- und Puddelbetrieb 2.33—4.27 Thle., indem im Hohofen die Kohle zu Kohlenoxyd, im Rotator zu Kohlensäure verbrennt. Aermere Erze mit 38,5 Proc. Eisen und 2.4 Proc. Phosphorsäure gaben noch günstige Ausbeute und Eisen mit nur 0.112 Proc. Phosphor wegen basischer Beschaffenheit der Schlacke. Arbeitsverfahren.

Kerpely's Versuche.[1]) Mit reinen Siebenbürger Erzen liess sich nur ein faul- und rohbrüchiges Schmiedeeisen erzeugen, welches nicht nur von oxydirt gebliebenem Eisen oder Eisensilicaten unganz blieb, sondern von nicht durch die beste Schweissung wegzuschaffenden eingeschlossenen Aschenbestandtheilen und Brennstoffminutien, vielleicht auch von aus dem Eisenerz reducirten Stoffen, wie Silicium, Calcium u. s. w. (Aehnliche Resultate sind zu Prevali[2]) erhalten). Beispiel

1) B. u. h. Ztg. 1874, S. 365, 374. 2) Oest. Ztschr. 1875, S. 120.

Schweissverlust bis zur Rohschienerzeugung 52 – 56 Proc., Eisenausbringen 40—52 Proc., je nachdem der Rotator frisch ausgekleidet war oder nicht. Dagegen hat der directe Process für die Stahlfabrikation nach Siemens-Martin's Verfahren hohen Werth, indem man die Eisenballen aus dem Rotator in ein Roheisenbad gelangen lässt. Die fremden Bestandtheile der Ballen werden dann theils reducirt, theils verschlackt, theils mechanisch ausgeschieden. Trotzdem, dass das Rotativverfahren bei reinen, reichen, nicht allzu theuern Erzen, sowie bei billigem guten mineralischen Brennstoff beim Siemens-Martin-Process Vortheile gewähren kann (z. B. in Ungarn, Siebenbürgen u. s. w.), so hat dasselbe doch auch die grossen Uebelstände der schwierigen Erhaltung des theuern Futters (Bauxitsteine, Eisenabfälle, Walzsinter u. s. w.), welches nicht überall hinreichend billig zu beschaffen ist und bei seiner öfteren Erneuerung den Werth der Rotatoren in Frage stellen kann. Nach Kerpely kann es aus diesem Grunde vortheilhafter sein, einen fixen Ofen anzuwenden, in welchem das Erz mit Kohle gemengt anhaltend erhitzt, unter zeitweisem Durchkrahlen reducirt und dann unter stärkerem Erhitzen, wie im Rotator, ein Schweissen des Eisens eingeleitet wird, worauf das Schlackenausschmelzen und Ballen folgt. Als passenden Apparat empfiehlt derselbe einen mit Siemensschen Regeneratoren in Verbindung stehenden Ofen von folgender Einrichtung (Fig. 130):


Fig. 130.



A Schweissofen mit Sandherd. aa^1 Luftcanäle und bb^1 Gascanäle, nach hinten ansteigend und von den zu den Regeneratoren führenden senkrechten Canälen *d* durch ein 16—21 cm. starkes Mäuerchen *c* getrennt. Die Erzbeschickung wird durch Oeffnungen im Gewölbe in die schrägen Canäle b^1 und *b* gegeben. Ist z. B. *b* frisch beschickt, die Masse in b^1 etwa zur Hälfte reducirt und die Richtung der Flamme etwa alle 20 Min. gewechselt, so lässt sich eine continuirliche Arbeit erzielen. Der z. B. aus a^1 b^1 kommende heisse Luft- und Gasstrom entzündet sich an den Canalmündungen *r* und streicht als heisse Flamme über den Herd *A*, wo die Ballen der eben auf den Herd hinabgezogenen Charge geschweisst werden. Die Hitze der abziehenden Flamme genügt dann noch, um das mit Kohle oder Cokesklein gemengte Erz in *b* gehörig zu erhitzen. Wird nach 20 Min. gewechselt, so streicht mehr das brennende Gas aus *d* über die Charge hinweg, äussert die angegebene Wirkung, trifft bei *ss* mit der erhitzten Luft aus *a* zusammen und geht als Flamme wieder über den Schweissherd *A* und die Charge b^1 hinweg, um in die Regeneratoren zu ziehen. Beim Arbeiten durch die Oeffnungen *f* wird der Luftzutritt zum Material durch den Kohlenoxydgasstrom im Herde abgehalten. Durch *d* etwa mitgerissener Flugstaub muss durch passend angebrachte Putzlöcher von Zeit zu Zeit entfernt werden. Bei dieser Einrichtung wird die Reduction durch einen Theil der Ueberhitze vermittelt, während für das Schweissen das intensivste Feuer zur Verfügung steht.

Kazetl's Modification.[1]) Statt die Reduction des oxydirten Eisens aus der flüssig gemachten Beschickung durch feste Kohle vorzunehmen, wobei leicht so viel Wärme gebunden wird, dass das reducirte Eisen sich nicht im flüssigen Zustande von der Schlacke völlig trennen kann, wird Kohlenoxydgas in das Bad eingeleitet, wobei keine Wärmeabsorption eintreten soll.

1) Oest. Ztschr. 1874, No. 49, 50, 51, 52.

2. Gerhard's Process.[1]) Eisenerz wird mit Flussmittel und Kohlenstoff, letzterer zum Theil als Theer, gemengt[2]), zu Ziegeln geformt und diese im Puddelofen auf eine Eisenluppe verarbeitet, und zwar bei bedeutender Ersparung an Brennmaterial und Zeit, indem die Perioden des Einschmelzens und Kochens wegfallen. Es sollen nur 3250 kg. Brennmaterial auf 1000 kg. fertiges Eisen verbraucht werden. Gerhard's Process.

---

2. Abschnitt.

Darstellung von schmiedbarem Eisen (Schmiedeeisen und Stahl) aus Roheisen (Frischprocesse).

67. Darstellungsmethode. Dieselben weichen von einander ab, je nachdem das Roheisen in Glühhitze (Trockenfrischen) oder im geschmolzenen Zustande (gewöhnliches Frischen) mit oxydirenden Agentien behandelt wird.[3]) Abweichungen.

Die hierher gehörigen Processe (S. 251) unterscheiden sich wieder je nach dem Oxydationsmittel (Zug- und Gebläseluft, Sauerstoff abgebende Zuschläge), nach dem Apparat (Herd, Flammofen, Bessemerofen), je nach der Verwendung von besonderem Brennmaterial beim Frischen (Herd- und Flammofenfrischen) oder nicht (Bessemerfrischen), und dem Aggregatzustande des erfolgenden Productes, welches entweder fest und dann weniger homogen (Luppen beim Herd- und Flammofenfrischen) oder flüssig und homogen ist (Bessemer-, Uchatiusstahl u. s. w.). Qualitätseisen nennt man das zur Fabrikation von tadellosem schmiedbaren Eisen völlig taugliche Roheisen, wie es unter Anderem aus Spatheisensteinen mit Holzkohlen erzeugt wird; nicht qualitätsmässiges Roheisen giebt keinen brauchbaren Stahl, sondern nur ordinaires Stabeisen oder gemeine Gusswaare.

Erster Theil. Trockenfrischen mit festem Roheisen.

68. Darstellung von Glühstahl. Man bezeichnet mit diesem Namen je nach dem angewandten Oxydationsmittel zweierlei Producte: Begriff.

A. Durch Glühen von Roheisen bei Luftzutritt erzeugte hämmerbare Producte (Tunner's Glühstahl[4])). Man glüht 15—20 mm. starke Stäbe von Weisseisen, zwischen Quarzsand ge- Tunner's Glühstahl

---

1) Oest. Ztschr. 1874, S. 475. 2) B. u. h. Ztg. 1874, S. 183. 3) Resch, Manipulationsberechnungen einer Eisen- und Stahlhütte in: Oest. Ztschr. 1865, No. 21. 4) Oest. Ztschr. 1856, No. 16, 42, 44; 1870, No. 16. B. u. h. Ztg. 1856, S. 193; 1869, S. 242. Tunner, Stabeisen- und Stahlbereitung 2, 49. Kerpely, Fortschr. 2, 201.

schichtet, in gemauerten Cementirkästen 15—25 Tage lang bei Luftzutritt, wobei sich, indem die Entkohlung von Aussen nach Innen fortschreitet, Kohlenstoff und Schwefel im oxydirten Zustande verflüchtigen, während sich ein Theil Silicium und Mangan oxydirt. Neben der chemischen Wirkung findet gleichzeitig eine mechanische des Temperns (S. 249) statt.

Dieses zwar einfache, aber langwierige, viel Brennstoff erfordernde und ein ungleichmässiges Product liefernde Verfahren wird selten und dann bei reinem, von fremden Bestandtheilen möglichst freiem, nur chemisch geb. Kohlenstoff enthaltendem Roheisen angewandt, indem man die nicht flüchtigen oxydirten Bestandtheile (Manganoxyd, Kieselsäure u. s. w.) durch **Umschmelzen** entfernt.

Bei dem Glühen des Roheisens entsteht Eisenoxyduloxyd oberflächlich, welches oxydirend auf chemisch gebundenen Kohlenstoff, weit schwieriger auf Graphit wirkt. In lebhafter Rothgluth wird auch Silicium in Kieselsäure übergeführt, welche dann mit Eisenoxydul eine leichtflüssige Schlacke giebt.

Nachstehende **Analysen**[1]) von Glühstahl sind bekannt geworden:

	a.	b.	c.	d.	e.	f.
Geb. Kohlenstoff } Graphit . . . }	3.34	0.855	3.570	3.420	1.176	1.201
Silicium . . .	1.01	0.256	0.130	0.110	0.002	0.008
Phosphor . . .	—	—	Spr.	Spr.	—	—
Schwefel . . .	—	—	0.009	0.008	0.001	0.001
Mangan . . .	—	0.447	0.610	0.580	0.188	0.210

a. Weisses Roheisen. b. Glühstahl daraus. c und d. strahliges Eisenerzer Weisseissen. e und f. Glühstahl daraus.

Hämmerbares Gusseisen und Glühstahl.

B. **Durch Glühen mit sauerstoffabgebenden Substanzen** erhaltene Producte, welche entweder schon die Gestalt der fertigen Waare haben (**schmied- oder hämmerbares Gusseisen, adoucirte Gusswaaren**) oder zur Erzeugung von billigem Gussstahl noch umgeschmolzen werden (**Glühstahl, Glüheisen**).

Hämmerbares Gusseisen.

1. **Hämmerbares Gusseisen.**[2]) Gegenstände, welche gewisse Eigenschaften des Schmiedeeisens oder Stahls besitzen sollen (Streckbarkeit, Politurfähigkeit u. s. w.) und aus letzteren Materialien, namentlich bei complicirter Gestalt hergestellt, sehr theuer kommen würden, werden, besonders wenn sie in grösserer Anzahl anzufertigen sind, billiger aus passendem Roheisen gegossen und durch Glühen in sauerstoffabgebenden Substanzen während längerer oder kürzerer Zeit mehr oder weniger entkohlt und dadurch in, dem Schmiedeeisen oder Stahl ähnliche Producte verwandelt.

Es lassen sich nach diesem Verfahren nur Fabrikate erzeugen, welche in allen ihren Theilen hinreichend dünn (nicht über 50—60 mm. dick) sind, als: Schuhnägel, Schrauben, Gewehrhähne und sonstige Gewehrtheile, Gabeln, Knöpfe, Ringe, Thürbeschläge, Pferdegeschirrtheile, Schlüssel, Nähmaschinentheile, Räder für Grubenkarren, Kochgeschirre u. s. w. Derartige Fabrikate lassen sich in der Kälte und bei nicht zu hoher Temperatur schmieden (nicht in höherer Temperatur, auch nicht schweissen, aber etwas härten), nehmen stahlähnliche Politur an, lassen sich mit der Feile leicht bearbeiten, aber nicht da anwenden, wo grosse Festigkeit, namentlich Widerstandsfähigkeit gegen heftige Stösse, Gleichartigkeit

1) Oest. Jahrb. 1857, S. 105. B. u. h. Ztg. 1860, S. 208. 2) B. u. h. Ztg. 1845, S. 669; 1846, S. 566; 1847, S. 547, 652; 1860, S. 440; 1861, S. 236; 1864, S. 297; 1872, S. 364. **Knut-Styffe**, Paris. Ausst.-Ber. S. 31. **Kerpely**, Fortschr. 6, 163. Polyt. Centr. 1871, S. 1218 (ausführlich). **Dingl.** 195, 281.

durch die ganze Masse und grössere Härte verlangt wird.[1]) Bei grösseren Gegenständen z. B. Kochgeschirren und Gasretorten zu Kaiserslautern[2]) wird der Process durch deren hohle Gestalt begünstigt.

Das zu verwendende Roheisen[3]) muss fest, möglichst frei von Schwefel, Phosphor, Silicium, Graphit und Mangan sein. Am besten eignet sich ein hellgraues, starkhalbirtes, nicht zu kohlenstoffarmes Holzkohlenroheisen, welches hitzig eingeschmolzen, beim Giessen in grünen Sand weiss wird. Roheisenbeschaffenheit.

Graphit oxydirt sich schwer und macht, sowie auch Erdbasen u. s. w. das Product brüchig; Mangan verzögert die Entkohlung und liefert harte, weniger schmiedbare Waare. Weisses Roheisen ist zu dickflüssig und füllt die Formen schlecht aus.

Das Einschmelzen des zu vergiessenden Roheisens geschieht in Graphittiegeln (S. 218) von etwa 25—30 kg. Inhalt, welche in Oefen wie beim Gussstahlschmelzen (z. B. Windöfen mit 4 Tiegeln von 0.628—0.942 m. im Quadrat oder Siemensöfen bei grösserer Production) erhitzt wird. An passenden Stellen der verticalen oder stark geneigten Form müssen Sauger, Reservoire, in denen sich Eisen zum Nachfüllen ansammelt, vorhanden sein, damit nicht rissige Güsse entstehen. Die gegossenen Gegenstände werden entweder in rotirenden Trommeln von Sand befreit oder von Arbeitern abgerieben, wohl mit Wasser abgewaschen, mit verdünnter Schwefelsäure gebeizt, wieder abgewaschen und auf heissen Platten in Sägespänen getrocknet. Eisenguss.

Als Oxydationsmittel verwendet man meist reinen Rotheisenstein, seltener Magneteisenstein, gerösteten Spatheisenstein, Braunstein, Zinkoxyd[4]) und gut geröstete Kiesrückstände.[5]) Oxydationsmittel.

Auch sind eisenoxydhaltiges Kali- oder Natronglas[6]), kohlensaure Alkalien und Kalk[7]), deren Kohlensäure oxydirend wirkt (Fleury), sowie Wasserdampf (Herrzeele[8]), Thoma[9]), Sabatier[10])) vorgeschlagen. Eaton[11]) will durch Zusatz von Alkalien Schwefel und Phosphor beseitigen. Man verwendet gewöhnlich ein Gemenge von frischem und schon gebrauchtem Hämatit und nimmt von ersterem bei grösseren Gegenständen mehr.

Hinsichtlich der Glühapparate lassen sich unterscheiden: Glühapparate.

a. Discontinuirliche Oefen, meist noch in Anwendung, gewöhnlich hohe, oben durch ein Gewölbe geschlossene Oefen, vorn offen und hier mit eisernen Platten oder Steinen zu schliessen, an der Sohle mit zwei oder drei Feuerungen, von welchen aus die Feuergase die über einander gesetzten Töpfe umspielen und durch Füchse in die Esse ziehen. Die gusseisernen Töpfe, Cylinder von etwa 0.314 m. Durchmesser, 0.625 m. Höhe und 13—16 mm. Wandstärke erhalten auf dem Boden eine 40 mm. dicke Eisenerzlage in Sandgrösse (etwa 1 mm.) ohne Staub, darauf Gegenstände in etwa 13 mm. Zwischenraum, dann 13 mm. hoch Eisenerz und so fort, bis zu oberst eine 40 mm. starke Lage von letzterem. Man giebt einen Deckel oder stellt mehrere Tiegel bis zum Gewölbe über einander und ver-

1) B. u. h. Ztg. 1848, S. 298; 1870, S. 439. 2) B. u. h. Ztg. 1871, S. 212, 324. 3) B. u. h. Ztg. 1866, S. 348 (Verh. von schlesischem, schwedischem u. Sayner Roheisen). 4) B. u. h. Ztg. 1860, S. 440; 1861, S. 171, 236. 5) B. u. h. Ztg. 1873, S. 107. 6) Berggeist 1870, No. 49. Polyt. Centr. 1870, S. 935. 7) Rev. univers. 9 an., 6. liv., p. 556. Kerpely, Fortschr. 2, 157. 8) Kerpely, Fortschr. 3, 212. 9) B. u. h. Ztg. 1873, S. 349. 10) B. u. h. Ztg. 1869, S. 179. 11) B. u. h. Ztg. 1869, S. 243.

streicht die Fugen mit Thon. Für feinere Gegenstände bringt man die Töpfe wohl in einen ringförmigen, von den Feuergasen durchstrichenen Raum, indem in einiger Entfernung vor der Ofenwand ein zweites Mauerfutter eingesetzt wird. Es müssen nur Artikel von nahe derselben Stärke in ein Gefäss eingepackt werden; solche mit stärkerer Waare stellt man zunächst der Feuerstätte, giesst auch wohl dickere Stücke zur Erleichterung des Adoucirens hohl.

Es sind noch empfohlen: Gebläsewindöfen[1]) mit einem grossen Tiegel, Flammöfen[2]) mit stehenden und durch das Gewölbe hindurchgehenden Röhren, sowie cubische gusseiserne Glühekästen[3]) von etwa 0.6 m. Seitenlänge.

b. Continuirliche Oefen, nur für den selteneren Grossbetrieb geeignet, in Gestalt von Siemensöfen[4]) und Hoffmann'schen Ringöfen empfohlen, sowie dann auch das Einschmelzen des Roheisens für den Guss in Martinöfen; Tenwick's Ofen[5]) mit rotirendem Boden ist in England mehrfach in Anwendung. Francis' Ofen in Birmingham mit Siemens'scher Regenerativgasfeuerung hat einen Muffelraum, welcher 18 St. schwach, 60—70 St. stark gefeuert, dann 24 St. abgekühlt wird.

Betrieb. Bei discontinuirlich gehenden Oefen feuert man gewöhnlich 18—24 St. langsam, giebt 60—80 St. Vollfeuer (lichte Rothgluth), lässt bei theilweise geöffnetem Ofen 24—36 St. abkühlen, nimmt die Töpfe zum Abkühlen auf einer eisernen Platte heraus, entleert dieselben, reinigt die Gegenstände (am besten mit tiefer, angenehm blauröthlich schimmender schwarzer Farbe, wenn sie nicht zu heiss herausgenommen sind), seltener in rotirenden Trommeln von Oxydpulver, giebt sie in die Schlosserei, versieht sie mit einem Ueberzug von Graphit, Lack oder Zinn (Polsternägel z. B. durch Rotirenlassen in heissen eisernen Trommeln mit Zinn) u. dgl. m. Stücke von über 20—26 mm. Stärke werden wohl nochmals mit Eisenoxyd geglüht, sowie auch zuweilen der schmiedbare Guss, um ihm grössere Härte zu ertheilen, durch Glühen in Kohlenstaub oder nach Barrow's Verfahren in Kohlenwasserstoffdämpfen cementirt[6]) wird (z. B. Beile, Aexte u. s. w.).

Zum Gelingen des Processes bedarfs sehr der Uebung und Erfahrung; bei zu hoher Temperatur und zu viel frischem Rotheisenstein erfolgen mit Oxydhaut versehene verbrannte, bei ungleichmässiger und zu niedriger Temperatur brüchige Stücke, das Roheisen kann schmelzen und durch reichliche Siliciumoxydation flüssige, den Process und die Dichtigkeit der Güsse zerstörende Schlacke entstehen; bei nicht gehöriger Anordnung im Glühegefäss zeigen sich verzogene Artikel u. dgl. m. Im Allgemeinen erfordert die alte Tempermethode viel Zeit, Brennmaterial und Anlagecapital, weshalb man in England bei Grossbetrieb dem Regenerativsystem den Vorzug gegeben hat.

Chemische Vorgänge. Ueber die chemischen Vorgänge bei diesem Processe herrschen noch verschiedene Ansichten. Nach den Analysen Miller's von Roheisen (a) und daraus hergestelltem hämmerbaren Guss (b)

	a.	b.
Chem. geb. Kohlenst. . . .	2.217	0.434
Graphit	0.583	0.446
Silicium	0.951	0.409
Schwefel	0.015	0.000
Aluminium u. Phosphor . .	Spr.	Spr.

1) B. u. h. Ztg. 1864, S. 299. 2) B. u. h. Ztg. 1864, S. 299 3) B. u. h. Ztg. 1866, S. 348. 4) Polyt. Centr. 1871, S. 1218. Knut-Styffe, Paris. Ausst.-Ber. 1868, S. 32. 5) Dingl. 199, 364. 6) B. u. h. Ztg. 1864, S. 298; 1872, S. 370.

werden ausser Kohlenstoff auch Schwefel, Silicium und Mangan oxydirt, während nach Davenport[1]) der Gehalt an Silicium, Phosphor und Mangan nicht beeinträchtigt wird, der Schwefelgehalt um ein Geringes zunimmt und der Kohlenstoff sich ganz beseitigen lässt.

2. Glühstahl. Zur Erzeugung von billigem Gussstahl wird nach obigen Methoden aus Roheisen Glühstahl hergestellt und dieser durch Umschmelzen in Gussstahl oder durch Zusammenschmelzen mit Eisen in Martinstahl umgewandelt. Glühstahl.

Donawitz bei Leoben. Erhitzen von Eisenerzer, unmittelbar bei den Hohöfen gegossenen Rohschienen von 66 mm. Breite und 14—15 mm. Dicke in geröstetem Spatheisensteinklein während 5—6 Wochen in Oefen mit Treppenrosten für das schlechteste Kohlenklein bei Einsätzen von 34000—39000 kg., selbst von 56000 kg. Rohschienen, dann aber bei 8—10 Wochen Brenndauer. Das Product liefert hauptsächlich das Material für weichen Tiegelgussstahl. — Zu Kapfenberg[2]) wird Glühstahl unter Benutzung von Siemensöfen in Tiegeln umgeschmolzen. Bajault und Roche[3]) stellen aus hohlgegossenen, adoucirten Gänzen durch Umschmelzen Stahl mit verschiedenem Kohlenstoffgehalt her, z. B. halbharten, sehr dehnbaren und sehr festen Stahl mit 0.430 C, 0.080 Graphit und 0.230 Si. Beispiele.

Zweiter Theil. Gewöhnliches Frischen

(Herd- und Flammofenfrischen).

69. Allgemeines. Roheisen wird bei Glühfeuer und Gebläseluft (Herdfrischen) oder bei Flammenfeuer und Zugluft (Flammofenfrischen oder Puddeln) während und nach dem Einschmelzen einer Oxydation ausgesetzt, wobei die Feuerung behuf Durchführung des Processes[4]) in der erforderlichen Temperatur durch besonderes Brennmaterial unterhalten wird. Die Entkohlung des Roheisens und die Oxydation fremder Beimengungen theils durch den Sauerstoff der Luft, theils durch oxydirende Zuschläge tritt in der S. 37 angegebenen Weise ein und als Product erfolgt ein bei der angewandten Temperatur nur teigartiger, aus einzelnen Eisentheilchen zur Verhütung ihrer Oxydation zusammengekneteter, von Schlacke durchzogener Eisenklumpen (Luppe), welcher bei weiterer mechanischer Bearbeitung (Zängen, Schweissen) von letzterer weniger vollständig sich reinigen lässt, als wenn vollständiger Fluss eintritt. Ausserdem ist die Production eine beschränkte und es lassen sich nur durch Zusammenschweissen mehrerer Luppen grössere, bei langsamem Abkühlen leicht krystallinisch und brüchig werdende Stücke erzeugen, alles Nachtheile den neueren Stahlprocessen gegenüber, welche flüs- Frischmethoden.

1) Dingl. 207, 51. 2) Åkerman, Wien. Ausst.-Ber. 1874, S. 40 (Schwed.). 3) Dingl. 207, 315. 4) Literatur über Schmiedeeisenfabrikation in B. u. h. Ztg. 1870, S. 50. Fortschritte auf der Paris. Ausst. in B. u. h. Ztg. 1867, S. 206, 311; auf der Wien. Ausst. in B. u. h. Ztg. 1874, S. 142. Kerpely, Ausst.-Ber. 1873, S. 154.

sige Producte in grossen Massen und in kürzerer Zeit liefern (Bessemer- und Martinprocess u. s. w.). Die Fortschritte beim Puddeln sind namentlich in Ersparung an Brennmaterial, Verminderung des Eisenabganges oder Ersparung an Arbeit gemacht.

Frischperioden. Je nachdem man den Oxydationsprocess mehr oder weniger weit fortsetzt, erhält man Schmiedeeisen oder Stahl und unterscheidet dabei, wie bereits S. 37 kurz angedeutet, nachstehende Perioden[1]):

a. Feinperiode, in welcher das oxydirend eingeschmolzene Roheisen (insofern es nicht flüssig dem Cupolo- oder Hohofen entnommen wird, was aber wegen zu raschen Verlaufs des Frischens selten geschieht) zunächst das Silicium[2]) einer Oxydation Preis giebt, welches als Kieselsäure mit einer geringen Menge durch Massenwirkung gleichzeitig entstandenen Eisenoxyduls eine Bisilicatschlacke (Rohschlacke $= \dot{Fe}\ddot{Si} = FeSiO_3$) giebt. Bei Vorhandensein von Graphit geht dieser in dem Masse, als sich Silicium abscheidet, in chemisch gebundenen Kohlenstoff über, es entsteht Weisseisen, wobei der Gesammtgehalt an Kohlenstoff sich in der Masse (Feineisen) etwas anzureichern pflegt. Bei Anwendung von gefeintem Eisen fällt diese Periode weg.

Die Kieselsäure für die Schlacke liefert theils das Silicium des Roheisens, theils der letzterem anhaftende Sand (besser sind deshalb Gänze aus Eisen-, als aus Sandformen)[3]), theils die Brennmaterialasche.

b. Rohfrischperiode. Nachdem Silicium zum grössten Theil abgeschieden, geht durch weitere Aufnahme oxydirten Eisens die Bisilicatschlacke in Singulosilicat $(\dot{Fe}_2\ddot{Si} = Fe_2SiO_4)$ über, welches durch fortschreitende Oxydation des Eisens gebildetes Eisenoxyduloxyd, $3FeO, Fe_2O_3$, auflöst und in Gaarschlacke sich umwandelt, welche durch ersteres kräftig oxydirend auf den Kohlenstoff und auf Unreinigkeiten wirkt, worauf List[4]) zuerst aufmerksam gemacht hat. Nach demselben entsteht keine Verbindung von kieselsaurem Eisenoxyd.

Während Singulo- und Bisilicatschlacke nur in sehr hoher Temperatur unter Bildung höherer Silicirungsstufen und metallischen Eisens Sauerstoff an den Kohlenstoff des Roheisens abgeben $(\dot{Fe}_2\ddot{Si} + C = Fe + \dot{Fe}\ddot{Si} + CO$ oder $Fe_2SiO_4 + C = Fe + FeSiO_3 + CO$, ferner $3\dot{Fe}\ddot{Si} + C = Fe + \dot{Fe}_2\ddot{Si}_3 + CO$ oder $3FeSiO_3 + C = Fe + Fe_2Si_3O_8 + CO)$, so wirkt Eisenoxyduloxyd, in Singulosilicatschlacken aufgelöst, als kräftiges Oxydationsmittel und zwar trotz geringeren Sauerstoffgehaltes stärker als Eisenoxyd wegen niedrigeren Schmelzpunktes. Letzteres wird zuweilen beim Puddeln zur Erhöhung des Ausbringens hinzugefügt. Da ein von Eisenoxydoxydul freies Silicat eine Oxydation von Silicium im Roheisen nicht bewirkt, so kann auch nicht die sonst durch eine solche auftretende bedeutende Wärmeentwicklung stattfinden (daher die Unwirksamkeit von Schlackenzuschlägen beim Bessemern). So lange Eisenoxyduloxyd frei oder in der Schlacke mit dem Eisen zusammen kommt, reducirt sich die gebildete Kieselsäure nicht wieder, was aber eintreten kann, wenn nach Reduction des Eisenoxyduloxydes eine reducirende Atmosphäre von Kohlenoxydgas oder fester Kohlenstoff vorhanden ist.

Es entsteht in der Rohfrischperiode unter lebhaftem Aufkochen des Bades wegen starker Kohlenoxydgasentwicklung (Kochen,

---

1) Chem. Vorgänge nach Calvert in B. u. h. Ztg. 1858, S. 34; nach Botischew in Oest. Ztschr. 1862, S. 29. Siehe auch Citate beim Puddelprocess. 2) B. u. h. Ztg. 1865, S. 322. 3) B. u. h. Ztg. 1869, S. 363, 4) B. u. h. Ztg. 1860, S. 472. Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1875, Bd. 19, S. 19.

Steigen des Bades) ein Product von dem Kohlenstoffgehalt des Stahles. Soll nur letzterer erzeugt werden, so ist damit der Frischprocess beendigt; für Schmiedeeisendarstellung erfolgt dann noch eine letzte Periode.

c. **Gaarfrischperiode**, in welcher die weitere Abscheidung des Kohlenstoffes und noch vorhandener Unreinigkeiten durch innige Berührung der Massen mit der an Eisenoxyduloxyd immer reicher (gaarer) werdenden Schlacke erfolgt. Ist der Kohlenstoff entfernt, so würde bei weiter fortgesetzter Oxydation alles Eisen in Oxydoxydul und dann in Oxyd übergehen. Obgleich manche der fremden Bestandtheile im Roheisen zum Sauerstoff verwandter als Eisen sind, so bleiben doch in Folge von Massenwirkungen oder unvollkommener Berührung mit den oxydirenden Agentien geringe Mengen solcher Stoffe im fertigen Producte zurück.

Mangan (S. 20, 37), leichter oxydirbar als Eisen, selbst durch Kieselsäure, oxydirt und verschlackt sich zum grössten Theil in der Feinperiode neben dem Silicium und das erzeugte kieselsaure Manganoxydul übt dann einen chemischen und mechanischen Einfluss beim Frischen aus, welcher in beiden Fällen eine Stahlbildung begünstigt. In **chemischer** Hinsicht löst die Manganoxydulschlacke weniger, wie Eisenoxydulschlacke, Eisenoxyduloxyd, wirkt deshalb schwächer entkohlend und verzögert das Frischen, während die **mechanische** Wirkung in der Bildung einer dünnflüssigen Schlacke mit dem Eisenoxydulsilicat ihren Grund hat. Dieselbe schützt das Eisen vollkommener gegen eine Oxydation, als die minder flüssige Eisenoxydulschlacke allein, was sowohl die Stahlbildung begünstigt, sowie eine vollkommnere Trennung der Schlacke von Stahl oder Eisen im Ofen und beim Zängen zulässt. Das Mangan wirkt auch auf die Abscheidung des **Schwefels** (S. 12, 20, 38) günstig, indem dasselbe die Entkohlung verlangsamt und Zeit für die Entfernung des Schwefels gewinnen lässt, dann Manganoxydulsilicat zur Aufnahme von Schwefel als Schwefelmangan oder als Sulfosilicat besonders geneigt ist. Wie bemerkt wird der Schwefel als schweflige Säure beim Frischen um so mehr verflüchtigt, je länger der Process dauert (deshalb beim Herdfrischen mehr, als beim Puddeln und Bessemern). **Phosphor** (S. 13, 38) scheidet sich weniger zu Anfang des Frischens ab, weil die Kieselsäure der gleichzeitig entstehenden sauren Schlacke die gebildete Phosphorsäure aus ihrer Verbindung austreibt, so dass dieselbe durch reducirende Agentien wieder ins Eisen geht. Mit dem Entstehen basischerer Schlacken werden diese phosphorreicher, so dass die Phosphorabscheidung bis gegen das Ende hin stattfindet. Aus diesem Grunde u. A. gelingt die Entfernung des Phosphors beim Puddeln am besten, weniger beim Herdfrischen und am wenigsten wegen Entstehung saurer Schlacken und raschen Verlaufes beim Bessemern. Temperaturen scheinen dabei weniger eine Rolle zu spielen, indem dieselben zur Reduction von Phosphorsäure in sämmtlichen Frischapparaten genügen dürften. Ein Mangangehalt der Schlacke kann insofern die Abscheidung des Phosphors (und auch des Schwefels) begünstigen, als dieselbe wegen grösserer Dünnflüssigkeit sich besser vom Eisen trennt. Das von Einigen angenommene Aussaigern von Phosphoreisen (auch Schwefeleisen) ist angezweifelt[1]), aber wahrscheinlich. Ausserdem wirkt das Mangan auch in sofern günstig, dass dasselbe in geringen Mengen ins Eisen geht (S. 20) und während des Processes oxydirt, eine starke Basis giebt, welche die Oxydation der Unreinigkeiten des Eisens erleichtert, die im Allgemeinen als Säuren auftreten. Diese Wirkungsweise des Mangans findet ihre Analogie in dem Antimonblei; während beide Elemente sich für sich nur langsam oxydiren bei Rothgluth, so verbrennen sie mit einander in Verbindung rascher. Platin ist für sich in Salpetersäure unlöslich, in Verbindung mit Silber theilweise löslich. Auf Grund dieser Wirkung des Mangans stellt man in Belgien (S. 176) aus phosphorreichen Erzen ein phosphorhaltiges manganreiches Weisseisen dar, welches beim Verpuddeln gutes Feinkorneisen giebt (s. später).

1) B. u. h. Ztg. 1869, S. 426. Preuss. Ztschr. 14, 155.

Nach A. Schmidt[1]) sollte ein gutes Stabeisen für gewöhnliche Zwecke nicht mehr als 0.15 Proc. Silicium, 0.15 Proc. Schwefel und 0.20 Proc. Phosphor besitzen und es würde solches Eisen aus Roheisen mit etwa 2 Proc. Silicium, 0.3 Proc. Schwefel und 0.5 Proc. Phosphor erfolgen. Es bleibt indes zweifelhaft, ob nicht geringe Mengen dieser Stoffe im Eisen eher nützlich wirken, z. B. auf Schweissbarkeit, Festigkeit u. s. w., als schädlich, indem ein davon freies Frischeisen wahrscheinlich Sauerstoff zurück halten und dasselbe brüchig erscheinen würde. Ein geringer Schwefelgehalt ist z. B. in dem Eisen erwünscht, welches zu spitzen Nägeln verarbeitet werden soll, ein geringer Phosphorgehalt für das Eisen, welches die Köpfe der Nägel bildet.

Charakter der Roh- und Gaarschlacken.

Man nennt die in der ersten Periode des Frischens fallenden Bi- und Singulosilicatschlacken Rohschlacken[2]) (von denen die Ablassschlacken unreiner und roher als die Gezäh- oder Trogschlacken sind), die an eingemengtem Eisenoxyduloxyd reicheren aus den letzten Perioden Gaarschlacken, von denen die im Frischherde nach dem Herausnehmen der Luppen erstarrenden (Schwahl, Schwall) und die beim Zängen der Luppen ausgequetschten Schlacken (Zänge- oder Stockschlacke, Stockweich) am gaarsten sind. Während die Bisilicatschlacken mit etwa 47 Proc. Kieselsäure strengflüssig sind, so zeichnen sich die Singulosilicatschlacken von Eisenoxydul mit Manganoxydul, sowie einigen Procenten Kalk, Magnesia und Kali in isomorpher Mischung bei etwa 30 Proc. Kieselsäure (auch fast stets Phosphorsäure in variabeln Mengen) durch Dünnflüssigkeit (Frische) und schnelles Erstarren, sowie lebhaften Glanz und rothgelbes Licht beim Fliessen aus; bei brauner oder dunklerer Farbe (erstere bei reinem Singulosilicat mit 29.4 SiO_2 und 70.6 FeO, letztere bei Vorhandensein von eingemengtem Eisenoxyduloxyd oder Oxyd), metallischem Glanze, zuweilen bunten Anlauffarben sind sie stets krystallinisch, oft schön krystallisirt in Rectangulär-Octaedern (Fayalith- oder Olivinschlacken). Nach dem Einschmelzen des Roheisens setzt sich keine Schlacke an den Spett, erst dann, wenn sie gaarer und heller wird, wo sie dann durch Aufschlagen des Spettes immer schwieriger sich entfernen lässt. Die Gaarschlacken von variabler Zusammensetzung (nach Einigen wirkliche Silicate von Eisenoxydul und Eisenoxyd, aber wahrscheinlicher Eisenoxydulsilicate mit eingemengtem Eisenoxyduloxyd[3]) fliessen träge (saiger) mit hellerem Lichte und weniger Glanz als die Rohschlacken, erstarren langsamer, sind mehr grau bis eisenschwarz, stets dicht (nicht krystallinisch) und von grösserem specifischen Gewichte. Die letzten an Eisenoxyduloxyd sehr reichen Schlacken (Schwahl, Zängeschlacken) sind sehr strengflüssig und schliessen Eisenkörner ein. Beim Erhitzen der Gaarschlacken unter Luftzutritt (S. 56) saigert ein kiesel- und phosphorreicheres Silicat aus, während ein daran ärmeres und strengflüssigeres (bull-dogg)[4]) zurückbleibt, welches sich besonders zur Verschmelzung im Hohofen (S. 56, 172) und zum Auskleiden der Puddelofenherde eignet. Ein grösserer Gehalt an Eisenoxyd kann in den Schlacken durch höhere Oxydation von Eisenoxydul bei allmäliger Abkühlung an der Luft oder Erhitzung der erstarrten Schlacken bei Luftzutritt entstehen.

Dauer des Frischens.

Je inniger das oxydirende Agens (hauptsächlich Luft oder Gebläsewind) mit dem flüssigen Roheisen in Berührung kommt, um so rascher verläuft der Frischprocess, daher am schnellsten beim Bessemern, indem die Luft in zahlreichen Strömen eine flüssige, nicht mit Brennmaterial in Berührung befindliche oder von einer Schlackendecke gegen Oxydation geschützte Eisensäule durchdringt, am langsamsten beim Herdfrischen, wobei das Roheisen von Kohlen gegen Oxydation geschützt einschmilzt und die Oxydation erst eintritt, wenn die Eisentropfen den Windstrom passiren. In der Mitte steht das Puddeln im Flammofen, in welchem schon während des Einschmelzens das Roheisen sich oxydirt und die weitere Oxydation dadurch beschleunigt wird, dass man das von einer Schlacken-

---

1) B. u. h. Ztg. 1875, S. 106. 2) Kerl, Met. 1, 865; 3, 451, 482. Rammelsberg, Metallurgie 1865, S. 165. Preuss. Ztschr. 11, 178. 3) Berggeist 1861, No. 56. 4) B. u. h. Ztg. 1860, S. 468; 1861, S. 8. Oest. Jahrb. 10, 291.

schicht bedeckte Roheisenbad auf mechanischem Wege (durch Rühren, Rotation des Herdes u. s. w.) fortwährend mit der Luft in Berührung bringt. Zur Umwandlung von 5000 kg. Roheisen in Schmiedeeisen sind in den angeführten Apparaten resp. 20 Min., 1½ Woche und 1½ Tag erforderlich. Ausserdem sind noch von Einfluss auf die Frischdauer die Art der *Verflüssigung des Roheisens* (teigartig einschmelzendes Weisseisen frischt rascher, als dünnflüssig einschmelzendes Grau- und Spiegeleisen) und die *Temperatur*, abhängig von der Zusammensetzung des Roheisens (durch verbrennendes Silicium und Eisen entsteht eine höhere Temperatur, als durch verbrennenden Kohlenstoff, dessen gasförmige Producte die erzeugte Wärme auch entführen; es giebt graues siliciumreiches Roheisen höhere Temperaturen bei der Oxydation, als weisses siliciumarmes oder gar gefeintes Eisen) und dem mechanischen Wärmeverlust durch Strahlung und Leitung (am günstigsten beim Herd, am ungünstigsten im Flammofen, während beim Bessemern wegen Verarbeitung grosser Mengen Roheisens, wobei weniger Wärme verloren wird, und der innigen Berührung mit Gebläseluft der Process bei hoher Temperatur so rasch verläuft, dass es während desselben keines besonderen Brennmaterials bedarf und das zu erzeugende Product im flüssigen Zustande erfolgt).

Frischverhalten des Roheisens.

Man nennt die Roheisensorten, je nachdem sie beim Frischen ihren Kohlenstoff mehr oder weniger rasch abgeben, *gaarschmelzig* (*weiche Flossen*) oder *rohschmelzig* (*harte, sperre, frische Flossen*), und zwar wird diese Eigenschaft besonders bedingt durch die Menge und Qualität des Kohlenstoffs (Graphit verbrennt schwerer, als chemisch gebundener Kohlenstoff), den Silicium- und Mangangehalt (beide verzögern das Frischen) und die Art des Flüssigkeitszustandes des Roheisens beim Einschmelzen (dünner Fluss beeinträchtigt, zäher begünstigt den Process, welcher letztere beim Mengen des Roheisens mit sauerstoffabgebenden Zuschlägen eine innigere Berührung gestattet). Man rechnet

Rohschmelzige Eisensorten.

A. zu den *rohschmelzigen Sorten*:

Graueisen.

1. das *graue Roheisen*, als das rohschmelzigste wegen dünnen Einschmelzens und grösseren Gehaltes an Graphit und Silicium, in Folge dessen das Frischen mit längerem Zeit- und Brennstoffaufwand und grösserem Eisenverlust verbunden ist.

In Sandformen gegossen, wird das Roheisen wegen anhaftenden Sandes noch rohschmelziger, weshalb eiserne Formen besser sind, wohl mit Eisensteinspulver dick ausgestrichen oder nach *Henderson*[1]) mit Flussspath und reinem Eisenerz zur Entfernung von Silicium und Phosphor (?) versehen.

Vorbereitung grauen Roheisens.

Graues, graphit- und siliciumreiches Roheisen, welches bei unreinen Erzen unter bedeutendem Kalkzuschlag erblasen werden muss, um überall Frischroheisen aus solchen Erzen zu erhalten (S. 26), wird, wenn dasselbe nicht zu dunkelgrau ist, entweder direct verfrischt (meist nur auf Feinkorn oder Stahl), wobei die längere Frischdauer des rohschmelzigen Eisens zu dessen Reinigung beiträgt; oder man unterwirft dasselbe zur Abkürzung des Processes

---

1) B. u. h. Ztg. 1860, S. 36.

bei grösserem Silicium- und Graphitgehalt vor dem Frischen einer Vorbereitung[1] (Raffiniren, Feinen, Läutern, Reinen, Hartzerrennen, Vorfrischen), welche entweder nur die Umwandlung des Graphites in halbirtem Eisen in chemisch gebundenen Kohlenstoff (Abschrecken) oder gleichzeitig die Oxydation des Siliciums im Graueisen in erster Linie bezweckt, dann aber auch zur Entfernung von Phosphor, sowie von Schwefel beiträgt, wenn schwefelfreies Brennmaterial angewandt wird.

Der Feinprocess (in Deutschland weniger als in England in Anwendung) hat an Wichtigkeit verloren, seitdem man neuerdings immer mehr gelernt hat, auch aus unreineren Erzen weisses Frischroheisen zu erzeugen, dessen Siliciumgehalt zu einer Steigerung der Temperatur beim Frischen beiträgt. Die Vortheilhaftigkeit des Processes für Graueisen hängt meist von localen Preisverhältnissen, namentlich des Brennmaterials ab. Während auf der einen Seite beim separaten Feinen grösserer Massen Roheisen auf einmal, als beim Verbinden des Feinens mit dem Frischprocess an Brennstoff gespart wird, so geht daran dadurch wieder verloren, dass bei ersterem das Roheisen besonders eingeschmolzen werden muss, die durch Oxydation des Siliciums erzeugte Hitze für den Frischprocess verloren geht und das Einschmelzen des Feineisens schwerer, als dasjenige des ungefeinten Eisens geschieht.

Die Vorbereitung des grauen Roheisens kann in nachfolgenden Operationen bestehen:

Abschrecken.

a. Abschrecken von halbirtem Roheisen behuf Umwandlung des Graphites in chemisch gebundenen Kohlenstoff (S. 45) durch Abstechen in Coquillen, Granuliren im Wasser oder durch Centrifugalkraft (Rostaing's Verf.)[2]), Scheibenreissen oder Blattlheben[3]) unter Aufgiessen von Wasser.

Oxydir. Glühen.

b. Glühen in festem Zustande bei Zutritt von Gebläseluft (Braten)[4]) im Eisenbratherd zwischen Holzkohlen. Von ähnlicher Wirkung ist das Vorglühen, namentlich reinen weissen Roheisens durch die Abhitze der Frischapparate.

Schmelzen mit oxydir. Zuschlägen.

c. Behandlung des geschmolzenen Roheisens mit oxydirenden Zuschlägen, indem man dieselben in den Eisenhohofenherd einträgt (Füttern)[5]), oder das flüssige Eisen aus demselben in mit Eisenoxyd (Ellershausen[6]), Bajault[7])) oder mit solchem und Salpeter (Budd[8])) ausgestrichene Formen oder neuerdings in England[9]) in 1.88—2.5 m. hohe und 0.63 m. weite Gefässe absticht, auf deren Boden sich Kalkstein und Sodaasche befindet (Warnerprocess). Müller[10]) will Roheisen im Momente seines Eintropfens in den Herd des Eisenhohofens der Wirkung von pulverförmigem Eisenoxyd aussetzen. Bei dem Zusammentreffen des flüssigen Roheisens mit den kalten Oxydationsmitteln findet aber nur eine unvollkommene Feinung statt. Es gehören hierher auch Arbeiten, welche früher beim Herdfrischen zur Anwendung kamen und in einem Vermengen von flüssigem Roheisen aus dem Frischherd mit Gaarschlacken, Hammerschlag u. s. w. (Kortitsch- und Müglaarbeit) oder in einem Mengen des glühend gepochten Roheisens mit Glühspan oder Sinter (Salzburgisches Sinterfrischen) bestanden.

Oxydir. Schmelzen.

d. Oxydirendes Schmelzen, indem man seltener Gebläseluft unter Stechen in das flüssige Roheisen im Hohofen- oder Cupoloofenherd[11]) einleitet (Läutern, Destilliren[12])), als dass man, wie gewöhnlich, das Roheisen unter Zuführung von viel Gebläseluft in kleineren Herden mit 1—2 Formen (Hartzerrennherden) oder für grössere Productionen in grossen mit 6—8 Formen (Feineisenfeuer) oder in Flammöfen (Weiss-, Fein-, Reinöfen) ein-

---

1) B. u. h. Ztg. 1871, S. 248, 256. Kerl, Met. 3, 442, 485, 607. Karst. Eisenh. 4, 187. 2) B. u. h. Ztg. 1874, S. 440. 3) Tunner, Stabeis. u. Stahlber. 1, 15. Karst. Eisenh. 4, 152. 4) Tunner, Stabeis. u. Stahlber. 2, 40. Hausmann, Molekularbewegungen 1856, S. 85. Kerl, Met. 3, 441. 5) Karsten's Arch. 1. R. 13, 207. 6) B. u. h. Ztg. 1868, S. 481; 1869, S. 434, 451 (Abbild.); 1870, S. 360; 1871, S. 50, 211; 1872, S. 18. Engin. and Min. Journ. New-York 1870, Vol. 10, No. 1. 7) B. u. h. Ztg. 1873, S. 136. 8) Dingl. 194, 336. Kerpely, Fortschr. 7, 234. 9) B. u. h. Ztg. 1875, S. 7, 115. Rev. univers. 1875, V, 37, p. 218. 10) Rev. univers. 9. an., 1. livr, p. 100. 11) Tunner, Stabeis. u. Stahlber. 2, 38. 12) Karsten's Arch. 1. R. 7, 14. Berggeist 1860, S. 541. B. u. h. Ztg. 1860, S 111.

schmilzt. Bei einem solchen oxydirenden Schmelzen wird, wie beim Frischen (S. 276) zunächst Silicium entfernt und mit dessen Abscheidung der Graphit in chemisch gebundenen Kohlenstoff ohne wesentliche Veränderung der Quantität desselben umgewandelt[1]), auch die theilweise Entfernung von Schwefel, Phosphor und Mangan[2]) herbeigeführt. Der Process wird unterbrochen, sobald das entstandene gleichartige, dann gleichmässig frischende Feineisen etwa die Beschaffenheit des blumigen (S. 43) oder luckigen Weisseisens (S. 43) erhalten hat. Da in den Herden das Brennmaterial mit der entstehenden Schlacke in Berührung bleibt, so können daraus leicht Unreinigkeiten (Schwefel, Phosphor) reducirt und dem Eisen wieder zugeführt werden, ja es kann bei schwefelhaltigem Brennmaterial (Cokes) der Schwefelgehalt im Feineisen zunehmen, was beim Flammofenbetrieb nicht der Fall ist. Letzterer, wohl da in Anwendung, wo es an leicht zu beschaffenden Cokes fehlt und dann bei directer oder Gasfeuerung geführt, empfiehlt sich auch wegen bequemerer Arbeit, minderen Windverbrauches, grösserer Uebersichtlichkeit des Processes, geringeren Eisenabganges (bei Kalkzuschlag in hoher Temperatur), sowie grösserer Gleichartigkeit und Reinheit des Productes, während die Herde weniger Anlage- und Unterhaltungskosten, sowie minder geschickte Arbeiter erfordern und grössere Production liefern können (englisches Feineisenfeuer, 1771 von Cockshutt zuerst angewandt). Wegen Einwirkung der Kieselsäure der Ofenwände ist an und für sich die Eisenverschlackung im Flammofen grösser, als im Herde, wird aber durch Zusatz von Kalkstein verringert, welcher das oxydirte Eisen aus der Schlacke bei hoher Temperatur ausscheidet, wobei allerdings die Schlacke strengflüssiger wird. Zur Beschleunigung der Oxydation rührt man in das geschmolzene Roheisen, seltener in Herden als in Zugflammöfen, Eisenfrischschlacken, Eisenerze u. s. w. ein. Phosphor lässt sich im Allgemeinen beim Feinen wegen Entstehung einer sauren Schlacke nur wenig entfernen, selbst nicht im Flammofen, wo die Berührung derselben mit Brennmaterial ausgeschlossen ist. Bei länger fortgesetztem Raffiniren lässt sich wegen Entstehung einer basischeren Schlacke der Phosphor in merklicher Menge entfernen (S. 16), wie nachstehende Analysen von Roheisen (a) und Feineisen (b) daraus anzeigen:

	C	Si	P	Fe
a.	3.0	4.5	0.2	92.3
b.	1.7	0.5	—	97.8.

Nachstehende Analysen zeigen die Abnahme eines Schwefelgehaltes im Feineisenfeuer:

	a.	b.	c.	d.	e.	f.
Silicium	3	—	0.4	0.1	1.27	0.14
Schwefel	0.2	0.15	2.0	1.0	0.93	0.52

a. u. b. Grau- und Feineisen; c. u. d. Weiss- und Feineisen; e. u. f. desgl.

Mangan wird beim Feinen fast ganz in die Schlacke geführt.

α. Hartzerrennen. Diese namentlich behuf Darstellung von Herdfrischstahl in Kärnthen und Krain[3]) bestehende Methode erfordert nachstehende Manipulationen: Einschmelzen des Roheisens in einem mit Kohlenlösch ausgeschlagenen einförmigen Herd mit Holzkohlen und gaarenden Zuschlägen, Abziehen der Schlacke[4]), Einmengen gaarender Zuschläge, Wasseraufgiessen und jedesmaliges Abheben (Bodenrennen) der erstarrten Kruste (Boden), welche dem Frischen (Weichzerrennen) übergeben wird. Modificationen: 2förmige Feuer, Anwendung der Ueberhitze[5]) auf Vorwärm- und Glühherden (3—9 Proc. Eisenabgang und 0.248 - 0.370 cbm. Holzkohlen auf 100 kg. Roheisen), zur Dampferzeugung u. s. w., erhitzter Wind. Hartzerrennfeuer.

β. Raffiniren im englischen Feineisenfeuer[6]) (Fig. 131, 132). *a* Herd mit Sand- oder Schlackensohle von etwa 1.1 m. Breite, 2 m. Länge (oder 1.2 m. im Quadrat) und 0.3 m. Tiefe unter den Wasserformen *d*, an drei Seiten von aus *e* gespeisten Wassertrögen *b* gebildet, an der Vorderseite durch Platte *f* mit einer Stichöffnung *g* geschlossen. *d* Formen, 13—15 cm. tief mit 25—30° Neigung durch die Seitenplatten *c* in den Herd ragend, mit 3 cm. weitem Feineisenfeuer.

1) B. u. h. Ztg 1857, S. 157; 1860, S. 221, 253, 259; 1863, S. 437. 2) B. u. h. Ztg. 1860, S. 52; 1861, S. 222. 3) Tunner, Stabeisen- und Stahlbereitung 2, 27. 4) Schlackenanalysen: Kerl, Met. 1, 868. B. u. h. Ztg. 1862, S. 320. 5) Allg. B. u. h. Ztg. 1862, S. 522. Kerl, Met. 3, 446 (Taf. 4). 6) Jordan, Cours de Metallurgie 1874, Taf. 63. Kerpely, Fortschr. 6, 178; 7, 234.

Rüssel. Düsenneigung 45°. *h* Wassertröge zum Abkühlen des Gezähes. *k* Esse auf Platten *l* ruhend. *n* Windstellung. Füllen des Herdes mit Cokes, Aufsetzen

Fig. 131.

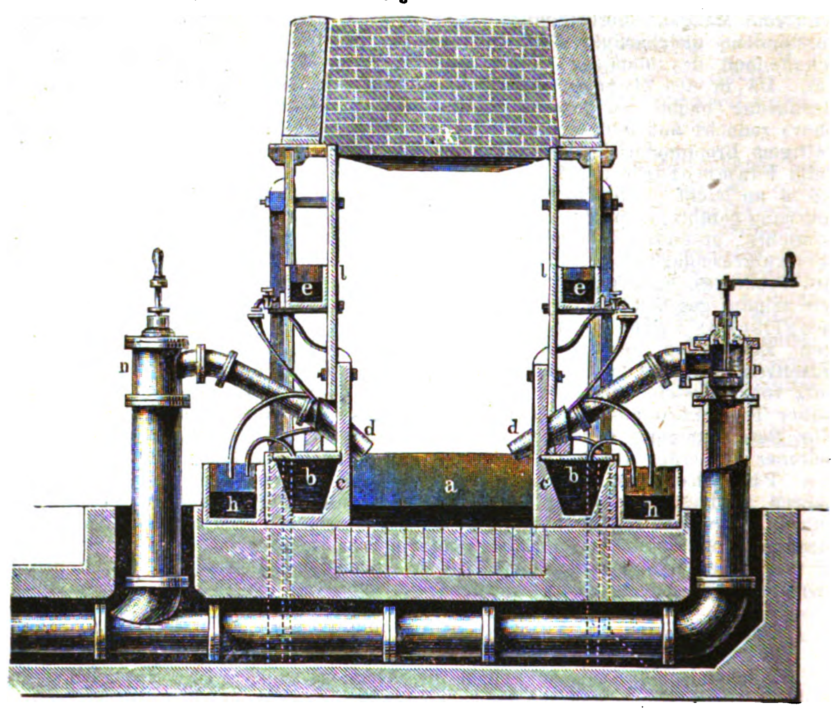
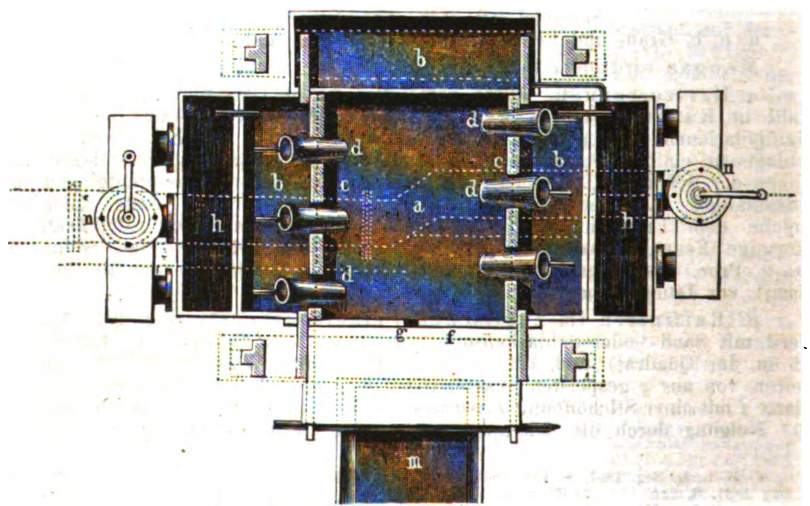


Fig. 132.



der Roheisengänze über den Formen, tropfenweises Niederschmelzen mit etwas Kalk vor letzteren, Abstechen der Schlacke (Singulosilicat) in die Form *m*, dann

nach mehr oder weniger langer Einwirkung der Windströme, Ablassen des Eisens in Formen oder auf Eisenplatten und Begiessen mit Wasser zur Abkühlung und Schwefelwasserstoffentwicklung. Dauer einer Charge von 2000—2500 kg. 3—4 St., Cokesverbrauch 20—30 kg. pro 100 kg. Feineisen, Eisenabgang 10—17 Proc., Windmenge pro Min. 30 cbm. bei 10—18 dkg. pro qcm. Pressung. — Wales: Herd 1.2 m. im Quadrat, Einsatz 2540 kg., Eisenverlust 13 Proc., Entfernung bis 30 Proc. Schwefel und 20 Proc. Phosphor der ursprünglichen Menge; 12.5 kg. Cokes auf 100 kg. Roheisen. Brennstoffverbrauch bei directem Verpuddeln 70—80 kg., bei vorherigem Feinem 50 kg. Steinkohle auf 100 kg. Luppeneisen. Feineisen: 2.4 C, 0.1 Si, 0.4 S, 1.2 P, 0.05 Mn. — Dieser Process, früher häufig mit dem Puddeln verbunden, ist als kostspielig, ein Gebläse erfordernd u. s. w., immer mehr seit Einführung des Schlackenpuddelns verlassen und meist nur noch auf die schwarzgrauen, siliciumreichen, auch wohl auf schwefelhaltige Roheisensorten beschränkt. Das dabei erfolgende Rein- oder Feineisen (letzterer Ausdruck nicht zu verwechseln mit dem gleichnamigen Stabeisen von geringen Querschnittsdimensionen) ist glänzend, silberweiss auf dem Bruche und meist dicht, bei weiter fortgesetztem Process aber nahe an der Oberfläche löcherig (luckig) in Folge Kohlenoxydgasentwicklung und dann schwerschmelziger. Eine Musterprobe von Dowlais enthielt: 3.07 C, 0.63 Si, 0.73 P, 0.16 S, Spr. Mn und 0.14 in Säuren unlöslichen Rückstand. — Die Feineisenfeuerschlacken sind zu Anfang des Feinens Bisilicate, gehen nach und nach in Singulosilicate über und können bei zu weit getriebenem Feinprocess selbst Eisenoxyduloxyd aufnehmen. Beim Glühen eisenoxydfreier Schlacken geht Eisenoxydul theilweise in Oxyd über.

	a	b.	c.	d.	e.	f.	g.	h.
Kieselsäure . . .	46.05	33.33	32.2	27.6	25.77	22.76	20.1	13.69
Eisenoxydul . . .	46.15	54.91	66.5	61.2	65.52	61.28	23.8	73.22
Manganoxydul . .	4.09	2.71	0.9	—	1.57	3.58	40.7	—
Eisenoxyd . . .	—	—	—	—	—	—	6.9	13.00
Thonerde . . .	—	5.75	—	4.00	3.60	7.30	2.3	—
Kalkerde	2.36	1.19	—	—	0.45	3.41	7.8	—
Magnesia	1.15	0.50	—	—	1.28	0.76	—	—
Phosphorsäure . .	—	0.99	1.7	7.2	1.37	—	—	—
Schwefeleisen . .	—	0.27	—	—	—	—	—	—
Schwefel	—	—	—	—	0.23	—	—	—

a. Von Geislautern. b. Von Dowlais, krystallisirt. c. Von Jauerburg (Krain). d. Von Dudley. e. Von Dowlais, amorph. f. Von Bromford. g. Von Dudley. h. Von Stourbridge.

Modificationen dieser Feinmethode: Abstechen des flüssigen Roheisens[1]) in den Feinherd oder des flüssigen Feineisens in den Frischherd (Südwales); Anwendung von Wasserdampf[2]) oder gekohlten Gasen[3]) statt Luft; Einleiten von Gebläseluft mit oder ohne Wasserdampf in flüssiges Roheisen[4]), z. B. nach Martien und Wickersham in das aus dem Hohofen abgestochene Eisen (Vorläufer des Bessemerns); Anwendung von Holzkohle statt Cokes und Versuche mit Steinkohle und Anthracit in England[5]); tropfenweises Einleiten des Roheisens nach Clay[6]) in den Feinherd, nach Peters[7]) in einen mit Wind- oder Dampfstrom versehenen Schachtofen.

γ. Raffiniren im Flammofen (Weiss-, Fein-, Raffinirofen). Von den Flammöfen, welche weniger leicht als das Feineisenfeuer eine Reduction von Schwefel und Phosphor aus der Schlacke zulassen, ist der bekannteste der Eck'sche oder oberschlesische Gasweissofen[8]) (Fig. 133, 134). *a* Gasgenerator, 2 m. hoch, unten 0.4, oben 0.5 und mitten 0.58 m. weit, neuerdings prismatisch bei 1.2 m. Länge, 0.6 m. Breite und 1.7 m. Höhe, mit durch die Eisenplatte *b* verschlossener Chargiröffnung *c* versehen, durch kalten Unterwind aus *e* und *f* und dem zweidüsigen Blechkasten *g* gespeist und die darin gebildeten Eck'scher Gasweissofen.

1) B. u. h. Ztg. 1858, S. 184. Kerpely, Fortschr. 6, 179. 2) B. u. h. Ztg. 1859, S. 410; 1870, S. 231. 3) B. u. h. Ztg. 1858, S. 236; 1860, S. 69. 4) B. u. h. Ztg. 1857, S. 424; 1858, S. 236; 1860, S. 36, 69, 180. Dingl. 152, 138. Transact. of Amer. Inst. of Mining Engin. 1874, Vol. 1, p. 326. Oest. Ztschr. 1856, S. 327, 334. 5) Kerl, Met. 3, 486. 6) B. u. h. Ztg. 1856, S. 68; 1860, S. 424. 7) Kerpely, Fortschr. 7, 235. B. u. h. Ztg. 1871, S. 64. 8) B. u. h. Ztg. 1843, S. 611; 1846, S. 883; 1862, S. 165. Kerpely, Fortschr. 3, 146. Karsten's Arch. 2. R. 17, 795; 20, 475.

brennbaren Gase über die Feuerbrücke *n* in den 2.3 m. langen, an der Feuerbrücke 1.2 und am Fuchs 0.6 m. breiten und resp. 0.6 und 0.08 m. hohen Sandherd entlassend. *i* Windrohr mit Rost *o*, aus welchem der Wind durch *k* zu den

Fig. 133.

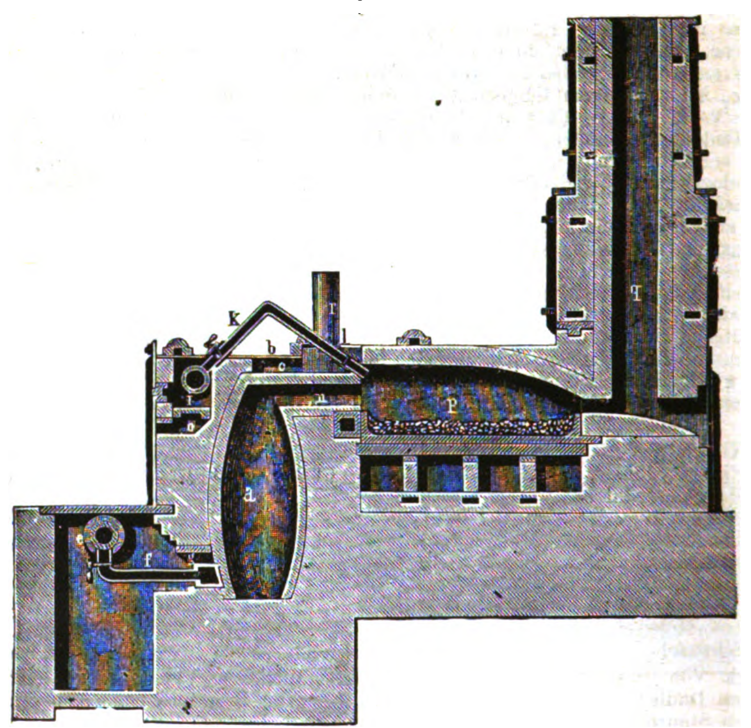
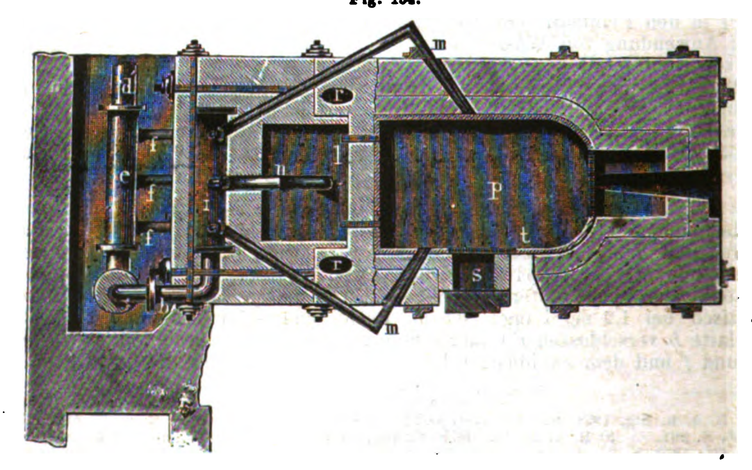


Fig. 134.



Gasen (Verbrennungswind) und durch Düsen *m* auf den Herd gelangt (Oxydationswind). *q* Esse, 0.6 m. weit und 4.7 m. hoch. *r* blecherne Kühlessen. *s* Arbeits-

öffnung. *t* Stichöffnung. — Manipulationen: Anheizen des Herdes bis zum Fritten des Sandes, Besetzen desselben mit 5400—5500 kg. Roheisen, Einschmelzen des letzteren, Durchrühren, Zuleiten von Wind durch *m*, unter zeitweiligem Nachsetzen von 5 kg. Kalksteinpulver zur Begünstigung der Schwefel- und Phosphorabscheidung und zur Verminderung des Eisenabganges, mehrstündiges Blasen, bis eine Schöpfprobe in Sand gegossen einen rein weissen strahligen Bruch zeigt, das Eisen gelbweiss erscheint und Funken sprüht, Abstechen von Feineisen, nach Abzug der Schlacke, in eiserne Formen, Kühlen desselben mit Wasser, wobei sich die 16—20 Proc. Eisen enthaltende Schlacke ablöst. Chargendauer 4—5, zuweilen 8 St., Eisenabgang 10—12 Proc., Verbrauch von 70—72 kg. Steinkohle und 1 kg. Kalk auf 100 kg. Feineisen.

Dieses Verfahren ist unter Anderem in Oberschlesien[1]) angewandt, wo die Erzeugung von Graueisen, welches dann theilweise gefeint und bei Gattirung mit Graueisen gepuddelt wird, weniger in der Absicht liegt, als durch die Strengflüssigkeit der kieselsäurereichen Erze bedingt wird. Solches Oberschlesisches Cokesroheisen enthält 3—4 Proc. Silicium (Rohkohleneisen von Antonienhütte selbst 6 Proc.), Spur Schwefel und 0.2—0.5 Proc. Phosphor. — Samuelson[2]) sticht das Feineisen aus dem Flammofen in eine Giesspfanne ab und entlässt dasselbe durch deren Boden in Formen. — Das Feinen mit Wasserdampf[3]) gewährt keine Vortheile.

δ. Raffiniren im Bessemerofen.[4]) Man setzt das Blasen nur einige Minuten fort, um Material für das Frischen oder zum Hartguss zu erhalten (Finnländisches Eisen aus Seeerzen, phosphor- und manganreich, auf den Poutiloff'schen Hütten). Bessemern.

2. Spiegeleisen. Dasselbe schmilzt dünn ein, gaart deshalb anfangs langsam, wobei der Manganoxydulgehalt der Schlacke noch das Gaaren verzögert (deshalb zur Stahlbildung sehr geeignet, S. 21), verdickt sich dann aber bald und gaart hierauf rascher, als graues Roheisen in Summa. Spiegeleisen.

Zu Wotkinski im Ural erzeugt man Spiegeleisen zum Stahlfrischen mit 5 bis 6 Proc. Mangan durch Umschmelzen von grauem Roheisen mit 1.2 Proc. Mn und 12—15 Proc. Manganerzen.

B. Gaarschmelzige Eisensorten. Hierher gehören Feineisen und die übrigen weissen Eisensorten (Weisseisen vom Gaargange, blumige und luckige Flossen), welche um so teigartiger einschmelzen und um so rascher frischen, je kohlenstoffärmer sie sind. Weisses kohlenstoffarmes Eisen vom Rohgang lässt wegen zu raschen Frischens keine hinreichende Abscheidung seiner Verunreinigungen zu. Zu kohlenstoffarmes Feineisen erfordert beim Puddeln einen Zusatz von ungefeintem Eisen. Gaarschmelziges Roheisen.

Bei den Frischprocessen kommen Zuschläge in Anwendung, welche das Frischen verlangsamen (bei unreinem Roheisen, bei der Stahlbereitung) oder beschleunigen (bei graphit- und siliciumreichem Roheisen) oder eine Abscheidung schädlicher Stoffe, namentlich von Schwefel und Phosphor bewirken sollen. Zuweilen wirkt ein Zuschlag zugleich reinigend und auf den Frischgang ein. Zuschläge.

Gaarende Zuschläge: Hammer- und Walzsinter, Zängeschlacken, Gaarschlacken vom Herdfrischen, Puddeln und Schweissen, reiche reine Eisenerze, Kiesabbrände, Schmiedeeisenabfälle (Stabeisenenden, Schopfeisen, Wölfe), welche letzteren zweckmässig erst an die Luppe angeschweisst oder ganz für sich[5]) verarbeitet werden. Je grösser letztere, desto mehr solcher Abfälle kann man zu-

---

1) B. u. h. Ztg. 1874, S. 239. 2) Dingl. 196, 125. 3) B. u. h. Ztg. 1857, S. 117. Kerpely, Fortschr. 1864, S. 206. 4) Kupelwieser, Wien. Ausst.-Ber. 1873, S. 87. 5) Rev. univers. 1875, Vol. 37, p. 51 (Italien).

setzen, z. B. für die grossen Luppen am Ural[1]) von bis 2500 kg. Gewicht auf 1 Roheisen 3 Schmiedeeisenabfälle. Auch Wasser dient als Gaarungsmittel.

Rohgang herbeiführende Zuschläge zur Verlangsamung des Frischens, um Zeit zur Abscheidung von Unreinigkeiten zu gewinnen oder die Stahlbildung zu begünstigen, als: Sand, Thon, Rohschlacken, welche bei ihrer Dünnflüssigkeit durch Bedecken des Metalles die Luft abschliessen, ohne Kohleneisen zu oxydiren (ähnlich wirken dünnflüssige manganreiche Schlacken, Manganerz- und Kochsalzzuschläge).

Reinigende Zuschläge zur Einführung von Schwefel und Phosphor in die Schlacke oder zur Entfernung als flüchtige Verbindungen, in letzterer Hinsicht meist ohne wesentlichen Effect. Kalkverbindungen (kohlensaurer Kalk[2]) und Flussspath[3])), Schafhäutl'sches Pulver[4]) (S. 12), Chlorverbindungen[5]) (S. 16), Bleiglätte[6]), Eisenoxyd[7]), Wasserdampf[8]) u. s. w., Wasserstoff und Kohlenwasserstoff u. a. Am günstigsten für die Phosphorabscheidung scheinen, z. B. beim Puddeln, zu sein: Flussspath und Aetzalkalien, zugesetzte Eisenerze, sowie die Bildung einer eisenreichen basischen Schlacke. Ein Ausbreiten von Eisenerzen, am besten Titaneisenerzen und Flussspath auf der Puddelherdsohle und Abstechen flüssigen Roheisens darauf hat in England und Amerika neuerdings gute Resultate ergeben (S. 280).

Vergleichung der Frischmethoden.

Das mit Holzkohlen ausgeführte Herdfrischen gestattet bei grösseren Ausgaben für Löhne und Brennmaterial keine so grosse Production, als das Puddeln, erfordert reines Roheisen und sehr geübte Arbeiter, wird deshalb von dem Flammofenfrischen immer mehr verdrängt und hat sich nur noch dort erhalten, wo reichliche Waldungen, billige Arbeitslöhne und unzureichende Verkehrsstrassen vorhanden sind (Russland, Schweden, Ungarn, Böhmen u. s. w.) oder wo bei reinem Rohmaterial ein ausgezeichnetes Product (Cementstahleisen, Material für feine Kratzdrähte und schwache Bleche) erzielt werden muss (Südwales), oder wo Holzkohlen bei dem Bezuge aus weiter Ferne billiger kommen, als das für deren Darstellung nöthige 4—5 mal schwerere Holz (Russland, namentlich Ural).[9]) Der Herd liefert wegen der sorgfältigen Behandlung kleinerer Massen ein besseres, namentlich schlackefreieres, dichteres und festeres Product[10]) bei minder kräftigen Zängevorrichtungen, als der Flammofen, während letzterer wegen Ausschlusses einer reducirenden Wirkung des Brennstoffes auf die entstandene Schwefel und Phosphor enthaltende Schlacke und deren basische Beschaffenheit bei schlechterem Roheisen ein besseres Product giebt. Da das Herdfrischen am längsten, das Puddeln weniger lang und das Bessemern am kürzesten dauert, so lassen sich die Unreinigkeiten beim Bessemern am unvollständigsten abscheiden, namentlich je kohlenstoffreicher das Product ausfallen soll, weshalb man für diesen Process möglichst reines Rohmaterial anwenden muss. Die beim Frischen entstehende Temperatur — ausser durch Brennmaterial hauptsächlich erzeugt durch Verbrennen von Silicium, Mangan und Eisen, weit weniger durch den Kohlenstoff des Roheisens — wird um so vollständiger ausgenutzt, je geringer der Wärmeverlust durch Strahlung und Leitung, je grösser

1) Tunner. Russl. Montanind. S. 136. 2) Dingl. 65, 443. Karsten's Arch. 1. R. 15, 3. 3) B. u. h. Ztg. 1871, S. 435; 1872, S. 159; 1873, S. 138; 1874, S. 211. 4) Preuss. Ztschr. 11, 282. 5) Das Kochsalz zum Frischen von Roheisen versetzt man in Hessen mit 10 Proc. Braunstein oder 3 Proc. concentrirter Schwefelsäure in 4 Theile Wasser; für die Feilenfabrikation mit 5 Proc. Klauenmehl oder $2\frac{1}{2}$ Proc. Klauenmehl und $2\frac{1}{2}$ Proc. Photogen oder $33\frac{1}{3}$ Proc. feingestossenem Leder (Dingl. 194, 523). 6) B. u. h. Ztg. 1861, S. 315; 1862, S. 320; 1864, S. 232; 1871, S. 436. 7) B. u. h. Ztg. 1872, S. 215. 8) B. u. h. Ztg. 1842, S. 326; 1862, S. 320; 1864, S. 408; 1866, S. 303. 9) Tunner. Russl. Montanind. S. 133. 10) B. u. h. Ztg. 1860, S. 234; 1864, S. 374; 1867, S. 399. Oest. Jahrb. 1853, 3, 288.

die Charge und je kürzer die Processdauer, daher beim Bessemern am höchsten ausgenutzt, so dass die entwickelte Wärme zum Flüssigerhalten des Productes genügt, beim Puddeln trotz grösserer Charge und geringerer Zeitdauer aber weniger zur Verwendung kommt wegen stärkerer Strahlung und Leitung als im Herd (S. 279).

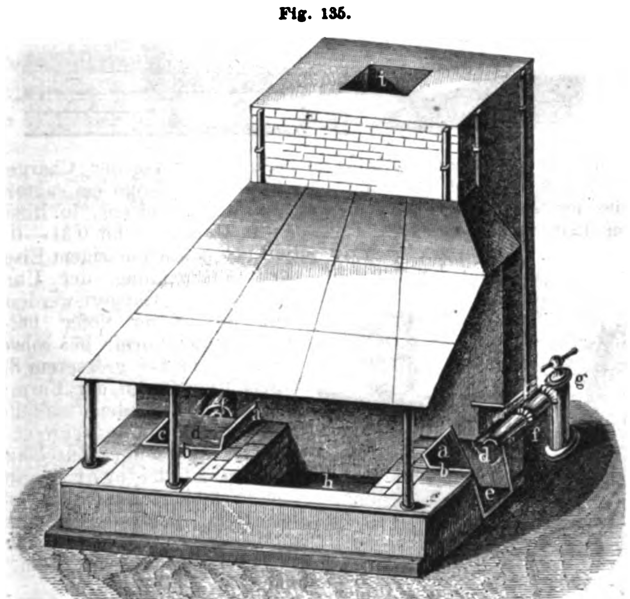
1. Capitel. Frischvorrichtungen und Geräthschaften.

70. Allgemeines. Zur Umwandlung des Roheisens in schmiedbares Eisen bedarfs der Herde (Frischfeuer) und Flammöfen (Puddelöfen), welche mit Schlacke durchzogene Eisenklumpen (Luppen, Deule) liefern, die unter Zängevorrichtungen von ersterer befreit werden müssen, wobei gleichzeitig ein Dichten stattfindet. Sowohl die dabei in parallelepipidische Stücke (Kolben) oder flache Kuchen (Brammen) übergeführten unzertheilten Puddelluppen, als auch die Stücke (Schirbel) von zertheilten Herdluppen werden in Schweiss- oder Ausheizvorrichtungen erhitzt, um durch Schmieden, Walzen oder Pressen in Formgebungsvorrichtungen in die verlangte Form gebracht zu werden. Umfang der Vorrichtungen.

I. Vorrichtungen zur Luppenbildung.

71. Frischherde oder **Frischfeuer.**[1]) Dieselben sind aus Gusseisenplatten (Frischzacken) zusammengesetzte Feuergruben, und zwar: Frischfeuerconstructionen.

Fig. 135.



1. Offene Frischfeuer (Fig. 135). *a* Hinter- oder Aschenzacken, *b* Gichtzacken, *c* Vorder- oder Schlackenzacken Gewöhnl. Frischfeuer.

1) Tunner, Stabeisen- u. Stahlbereitung 1, 253. Kerl, Met. 3, 454. B. u. h. Ztg. 1870, S. 203 (Herdzustellung). Wigand, Frischhüttenbetrieb, Berlin 1837. Karsten's Eisenhüttenkunde Bd. 4.

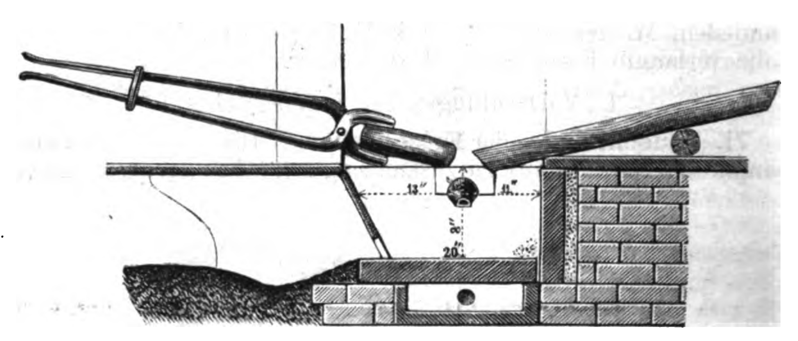
(oder Lösche) mit dem Schlackenloch, *d* Formzacken. *e* Bodenplatte, für Eisenfrischen eine von unten durch Wasser oder Luft im sogenannten Tümpelloch gekühlte Eisenplatte (Fig. 137, 138), für Stahl aus Stein. *f* Form (in Fig. 136 *a* Form aus Eisen oder Kupfer. *b* Düse mit 5—16° Stechen, die Form etwa 78 mm. in den Herd ragend). *g* Windleitung. *h* Aschenloch. *i* Esse. Während der Formzacken vertikal steht (Fig. 137, 138) oder ins Feuer hängt, hängen Gicht- und Aschenzacken der bequemeren Arbeit wegen aus dem Feuer heraus. Durch Versetzen der Herdecken mit dreieckigen Prismen von Roheisen werden von Kohlen gefüllte todte Räume vermieden.

Fig. 136.



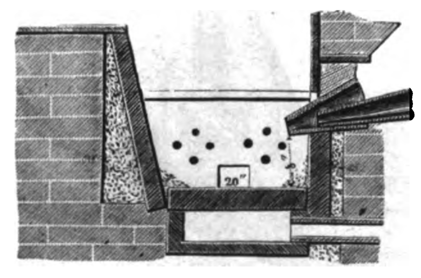
Fig. 137.





Dimensionen des Herdes variabel je nach der Grösse der Chargen, gewöhnlich für 75—150 kg. 63 - 95 cm. lang und breit und 16—26 cm. unter der Form tief je nach der Gaar- oder Rohschmelzigkeit des Roheisens, in Russland[1]) für Luppen von 1270—2540 kg. 1.03 — 1.24 m. im Quadrat und 0.81—0.84 m. tief. Soll bei gaarschmelzigem Eisen zur bessern Abscheidung der Unreinigkeiten der Process verlängert werden, so macht man das Feuer tiefer bei minderem Stechen der Form, bei rohschmelzigem weniger tief bei grösserem Stechen, geringes Ueberragen der Form ins Feuer, Neigung des Bodens zum Formzacken, Anwendung kalten, schwach gepressten Windes (gaarende Zuschläge S. 285). Das Rohstahlfeuer hat im Vergleich zum Schmiedeeisenfeuer flacheren Bau bei tiefer liegender geneigterer Form und schwächerem Winde. Zuweilen sind Winderhitzungsapparate an der Formwand.

Fig. 138.



Geschlossene Frischfeuer.

2. **Geschlossene Frischfeuer** (Comté-, schwäbische Feuer) mit Gewölbe behuf Ableitung und Benutzung der Gichtgase zum Vorglühen oder Puddeln[2]) des Roheisens, zum Blechglühen[3]),

---

1) Tunner, Russ. Montanind. S. 136. 2) B. u. h. Ztg. 1868, S. 71, 79. Kerpely, Fortschr. 2, 175. 3) B. u. h. Ztg. 1871, S. 10 (mit Zeichnung).

zur Erhitzung der Gebläseluft (welche, seltener durch besonderes Brennmaterial ausgeführt, zu einer Brennstoffersparung führt, aber das Einschmelzen beschleunigt und dadurch Rohgang befördert), zur Dampferzeugung u. s. w. Zwei Formen, am besten Wasserformen, beschleunigen das Frischen (Schnellfrischfeuer).[1])

Beispiel. Das Lancashirefeuer[2]) mit Vorglühherd, Wasserformen und Kühlvorrichtung unter dem Frischboden, in Verbindung mit Schweissöfen, spart bei 5—10 Proc. höherem Eisenausbringen bis 33 Proc. an Brennmaterial gegen ein offenes Feuer. Reichenauer combinirter Herd- und Puddelfrischapparat (Fig. 139, 140): *A* Frischherde mit Arbeitsseiten *a*. *B* Vorglühraum mit Arbeits-

Fig. 139.

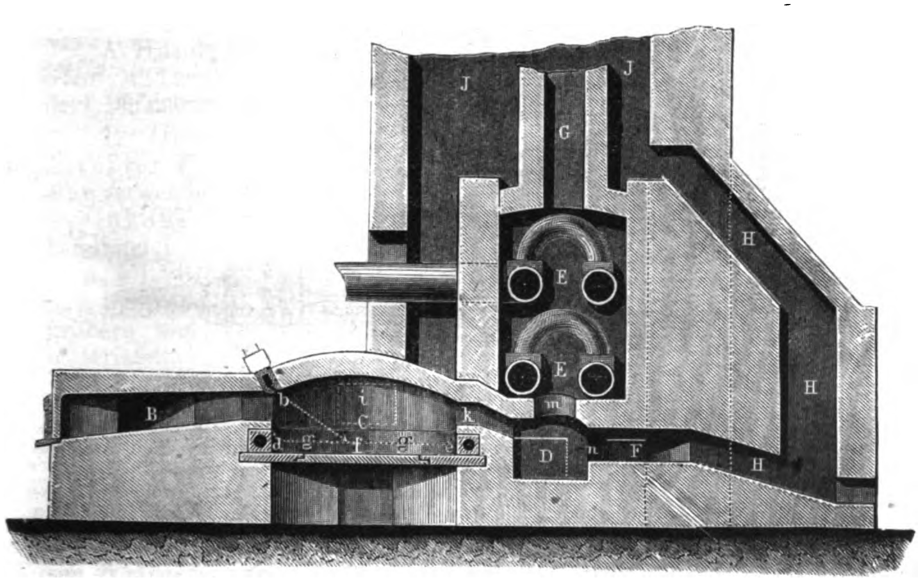
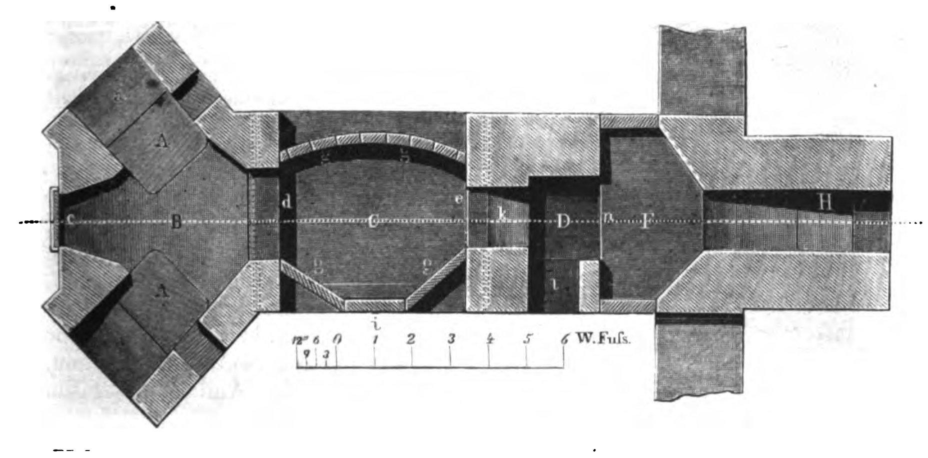


Fig. 140.



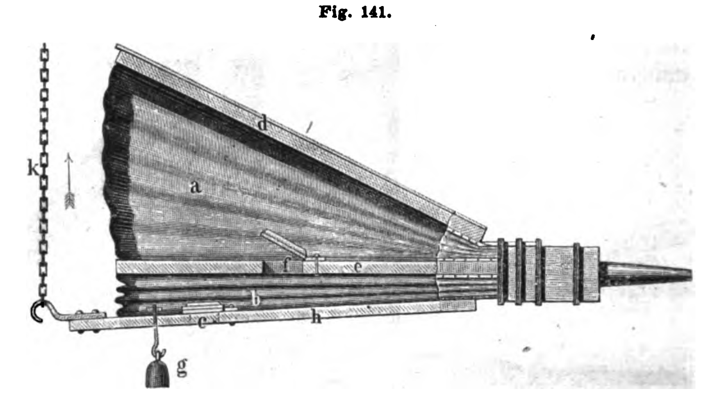
1) B. u. h. Ztg. 1871, S. 10. 2) Berggeist 1858, S. 110.

thür *c*. *C* Puddelherd mit gekühlter Feuerbrücke *d* und Fuchsbrücke *e*. *b* Windbatterie. *i* Arbeitsöffnung. *k* Fuchsöffnung. *g* Herdwände. *D* Raum zum Ansammeln des Flugstaubes, durch *l* zugängig und theils durch *m* mit dem Winderhitzungsapparat *E*, theils durch *n* mit dem Vorglühraum *F* communicirend. *H* Fuchs. *G* und *J* Essen.

Gebläse. Als Gebläse[1]) bedient man sich ausser den für den Hohofenbetrieb üblichen (S. 133) der für den Kleinbetrieb geeigneten und durch ein Wasserrad betriebenen Leder- und hölzernen Spitzbälge, erstere meist mit Lederregulator (S. 145), letztere zu mehreren gekuppelt behuf Herstellung eines möglichst continuirlichen Windstromes.

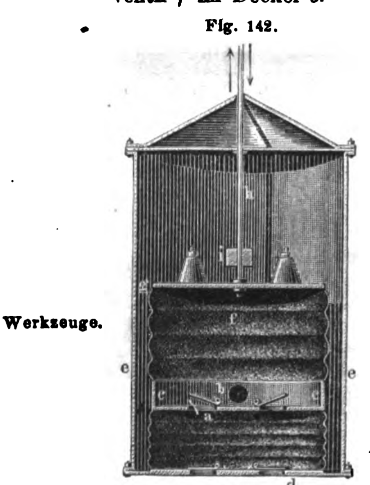
Einfacher Lederspitzbalg (Fig. 141). *a* Regulator mit festem Boden *e* und beweglichem, mit Gewichten beschwerten Deckel *d*. *b* Balg, mittelst *k* empor

Fig. 141.



und durch *g* wieder niedergezogen mit Einlassventil *c* im Boden *h* und Auslassventil *f* im Deckel *e*.

Fig. 142.



Ledercylinderbalg (Fig. 142). *a* fester Holzboden mit dem Druckventil und der Windleitung *b* in der darüber befindlichen niedrigen cylindrischen Holzwand *c*. *d* Beweglicher Boden des Lederbalges mit Saugventilen, welcher beim Aufziehen durch die Zugstangen *e* die comprimirte Luft in den Regulator *f* treibt, dessen Deckel *g* mit Gewichten beschwert ist. *h* und *i* Geradführungen.

Hölzerner Spitzbalg (Fig. 143). *a* beweglicher Oberkasten, am Balgkopfe *e* durch Charnier *f* mit dem Unterkasten *b* verbunden. *c* Saugventil. *d* Düsen. *g* Bewegungsmechanismus. Rand des Unterkastens mit Leistenliderung versehen.

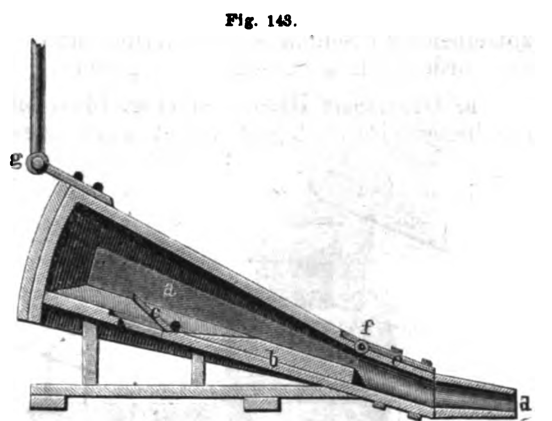
Werkzeuge. Als Werkzeuge beim Frischen gebraucht man unter Anderem: Brechstangen (Spette), Kohlenschaufel, Schlackenspiesse zum Abstechen der Schlacke, Formhaken zum Formreinigen, Luppenhaken zum Zusammenziehen des Eisens beim Frischen und zum Herabziehen der Luppe vom Herde behuf des Zängens, Hämmer, Zangen, Luppenbaum zum Heraufträgen der Luppe auf den Ambos, Setzeisen und Schröter zum Zerhauen der Luppe u. A.

1) Tunner c. l. 1, 165. Kerl, Grundr. d. allgem. Hüttenkunde, S. 215.

72. Flammöfen (Puddelöfen).[1] Dieselben enthalten, wie alle Flammöfen, einen Feuerungsraum, durchs Flammloch über der Feuerbrücke mit dem Herdraum verbunden und dieser wieder durch d. Fuchs mit der Esse direct in Communication, wenn die Ueberhitze nicht anderweitig ausgenutzt wird. Die Oefen können sein

Construction.

Fig. 143.



A. Handpuddelöfen, und zwar je nach der Befeuerungsweise:

Handpuddelöfen.

1. Oefen mit directer Feuerung. Man verwendet häufiger Steinkohlen, als Holz[2]) (Steyermark, Kärnthen, Schweden, Ungarn, Russland u. s. w.), Torf[3]) (Steyermark, Kärnthen, Maximilianshütte u. s. w.), Braunkohlen[4]) (Steyermark, Kärnthen, Maximilianshütte u. s. w.) und Anthracit.[5]) Als Roste[6]) finden sich meist Planroste für gröbere und Treppenroste[7]) für kleinere oder zerfallende Brennmaterialstücke (Braun- und Steinkohlenklein, seltener für Holz[8])) und wird die Verbrennung häufig durch Unter- oder Oberwind oder beide begünstigt, welch letzterer sich wohl in Schlangenröhren unter dem Roste in der Feuerbrücke, in den Roststäben, im Herdeisen oder am Fuchsende erhitzt (Oberwind besonders bei Braunkohlen, Torf und Holz, Unterwind auch bei Steinkohlen).

Directe Feuerung.

Unterwind[9]) (1843 von Detmold beim Puddeln zuerst benutzt) gestattet die Anwendung minderer Kohle, grössere Production, geringeren Eisenabbrand und stärkere Dampferzeugung, erfordert aber des vermehrten Flugstaubs wegen höhere Feuerbrücken. Zu Newport[10]) braucht man in älteren Öfen 120, bei solchen mit heissem Ober- und Unterwind 60—65 Proc. Kohlen aufs fertige Product. Eine Saugvorrichtung in der Esse empfiehlt sich nicht wegen Vorhandenseins der Arbeitsöffnung.

Für Holz kommen auch todte Roste ohne Zwischenräume[11]), Pultfeuerung[12]) und Gurtenroste vor, desgleichen hat man zur bes-

1) Geschichtliches: B. u. h. Ztg. 1865, S. 293; 1870, S. 245. Percy, Metallurgy, Iron p. 627. — Ofeneinrichtung: Kerl, Met. 3, 487. B. u. h. Ztg. 1868, S. 356; 1873, S. 32. Kerpely, Fortschr. 2, 167; 3, 155; 4, 152; 5, 170; 6, 186. Kollmann, der Puddelofen und der Puddelprocess, Göttingen 1874. Jordan, Cours de Métallurgie 1874, Taf. 64—70. Oest. Ztschr. 1865, S. 199 (Kosten). — Puddelanlagen: Kerpely, Fortschr. 2, 181; 7, 294. B. u. h. Ztg. 1870, S. 166. Oest. Jahrb. 1865, Bd. 15. Jordan, c. l. Taf. 123 (Belg.), 124 (Phönix), 125—127 (Creusot). Kärnthn. Ztschr. 1874, S. 333 (Westphalen). 2) Kerl, Met. 3, 489, 503. Kerpely, Eisenhüttenwesen Ungarns S. 199, 200. 3) Kerl c. l. 3, 488, 503. B. u. h. Ztg. 1867, S. 412. Die Torfmoore Kärnthens im Wiener Ausst.-Ber. der Kärnthner Montanindustriellen, Klagenfurt 1873, S. 112. 4) Kerl c. l., 3, 488, 502. 5) B. u. h. Ztg. 1862, S. 28. 6) Kerl c. l., S. 488, 502. 7) Kerl, Met. 1, 182. Ders., Grundr. d. allg. Hüttenkde. S. 181. Schles. Wochenschr. 1859, No. 50; 1861, S. 249. Preuss. Ztschr. 121. Dingl. 154, 89. Oest. Ztschr. 1859, S. 299; 1860, S. 398. Kerpely, Eisenhüttenwesen Ungarns S. 150, 271, 286. 8) Kerpely, c. l., S. 200. 9) Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 14, 725; 10, 527. B. u. h. Ztg. 1866, S. 44. 10) Berggeist 1871, No. 52. Kerpely, Fortschr. 1864, S. 216; 1866, S. 160 (Oberwind). 11) B. u. h. Ztg. 1856, S. 99. 12) B. u. h. Ztg. 1848, S. 226. Schles. Wochenschr. 1861, S. 259. Kerpely, Eisenhüttenwesen Ungarns S. 20. Ders., Eisen auf der Wien. Ausst. S. 180. Oest. Jahrb. 1847.

seren Beseitigung der Asche Schüttelroste oder um ihr hinteres Ende drehbare Roste [1]) in Anwendung gebracht. Bei letzteren wird behuf des Rostreinigens durch einen Schlitz oberhalb des Rostes mittelst einzutreibender Eisenplatten die Kohlensäule abgefangen, dann der Rost am vorderen Ende gesenkt und gereinigt (Burbacher Hütte).

Ofenconstruction. a. Ofen mit Planrost (Fig. 144—146). *A* Feuerungsraum. *a* schmiedeeiserne Roststäbe, etwa 14° geneigt, auf dem Rostbalken

Fig. 144.

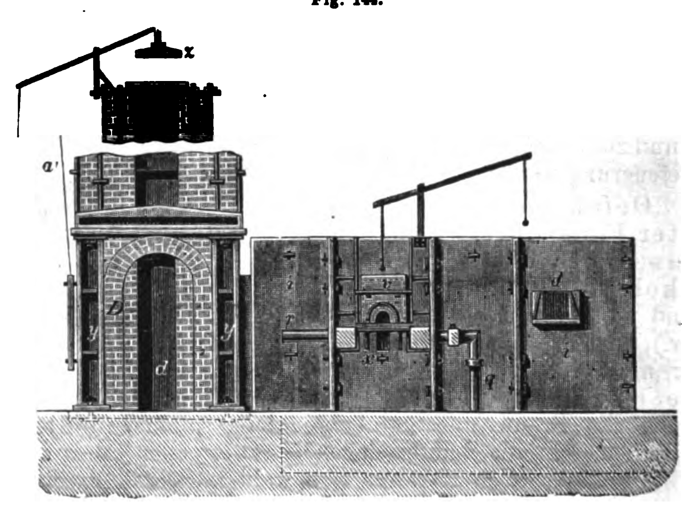
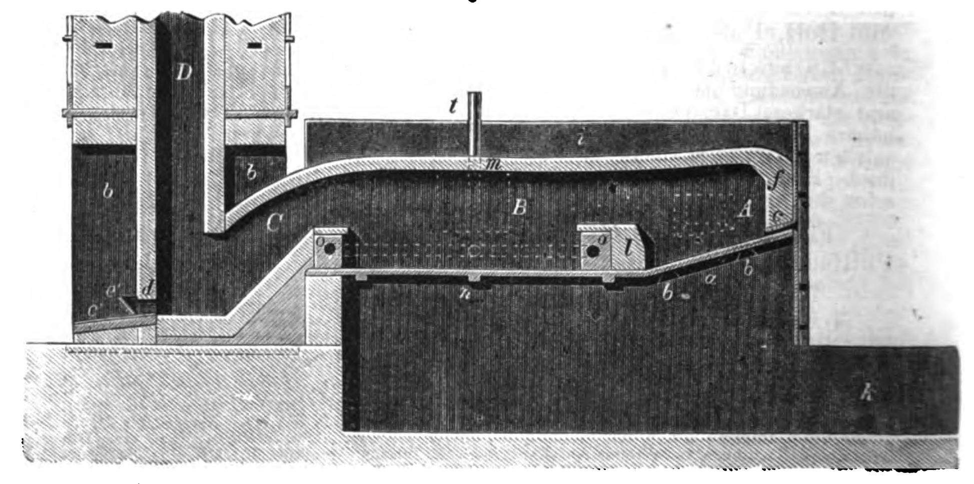


Fig. 145.

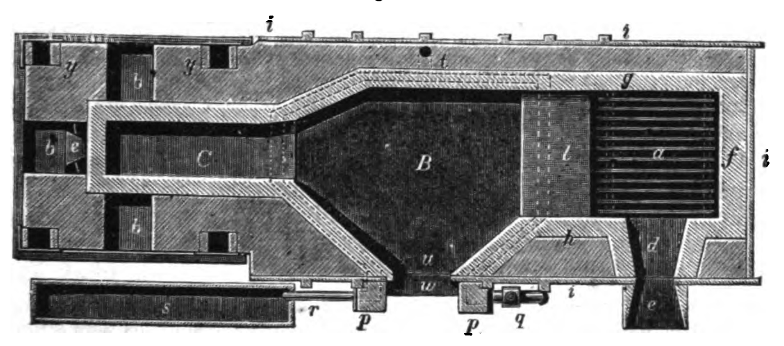


b ruhend, Rost von 0.75—1.2 qm. Fläche. *c* gusseiserne Rostplatte. *d* Schürloch, mit dem gusseisernen Schürkasten *i* in Verbindung.

1) B. u. h. Ztg. 1868, S. 856; 1874, S. 283 (Pratt's bewegliche Zwischenstäbe).

f, *g* und *h* feuerfestes Gemäuer. *i* verankerte gusseiserne Umkleidungsplatten. *k* Luftzuführungscanal, bei Zuleitung von Unterwind


Fig. 146.



geschlossen, im Aschenfall wohl mit einem Wassersumpf versehen. — *B* Herdraum mit in einander gefalzten, von unten gekühlten zwei gusseisernen, auf Tragplatten und Pfeilern ruhenden Bodenplatten *n*, auf denselben das hohle mit feuerfesten Steinen bedeckte gusseiserne Leg- oder Herdeisen *o*, durch Zug- oder Gebläseluft oder Wasser, welches durch *q* ein- und durch *r* austritt, gekühlt und im letzteren Falle mit Dampfabzugsröhre *t* in Verbindung, bei Luftkühlung wohl mit einer bis 6 m. hohen Zugesse.

Wasserkühlung ist wirksamer, namentlich bei hitzigem Graueisen, als Luftkühlung, erfordert aber mehr Brennmaterial.[1]) Das Herdeisen kann auch aus mehreren Abtheilungen, jede mit besonderem Wasserein- und Ausfluss versehen, bestehen. Ross' Puddelofen[2]) hat Wasserkühlung auch an Fuchs, Esse und Feuerungsraum. Bei fehlendem Legeisen schützt man die aus feuerfesten Steinen bestehenden Herdwände durch, das Frischen begünstigende Substanzen[3]) (Kalk, Magnesia[4]), ausgesaigerte Puddelschlacken, titanhaltige Schweissofenschlacken, reiche Eisenerze, Schwefelkiesrückstände u. s. w.). Der Herd *n* erhält seltener eine Lage von Sand (Trockenpuddeln) oder 130—150 cm. dick Eisenerz[5]), als von sehr gaarer, wohl mit Hammerschlag gemengter Schlacke, bei sehr hoher Temperatur eingeschmolzen und dann muldenförmig gestaltet, in der Mitte 2.5—4 cm. dick. Die Länge des Herdes von 1.2—2 m. richtet sich nach der Chargengrösse (für 150—200 kg. etwa 1.6 m.), die Breite nach dem Arbeitsverfahren und der davon abhängenden Grösse der Production, je nachdem man nur durch eine Arbeitsthür (einfacher Puddelofen) oder durch zwei neben einander oder einander gegenüber liegende Arbeitsthüren (Doppelpuddelöfen), selbst durch 3 oder 4 Thüren manipulirt.[6]) (Borsig[7]) stellt in dreithürigen Oefen Luppen bis zu 1200 kg. Gewicht für Kesselbleche dar). Doppelöfen gestatten grössere Einsätze (400—760 kg. gegen sonst 205—255 kg. in einfachen Oefen), eine Brennstoffersparung und geringere Anlagekosten, der Eisenverbrand ist aber wegen längeren Verbleibens der Bals im Ofen beim Zängen hinter einander grösser und das Eisen wird weniger gleichmässig, als in einfachen Oefen. Bei gutem Roheisen und theurem Brennmaterial, namentlich bei Gasfeuerung, gewähren Doppelöfen Vortheile und zwar sind dann die Oefen mit gegenüberliegenden Arbeitsöffnungen denen mit neben einander befindlichen wegen gleichmässigerer Hitze und Er-

1) Einfluss der Kühlung auf den Ofengang B. u. h. Ztg. 1868, S. 81, 356. Ofen ganz mit Wasser gekühlt in Dingl. 190, 102. 2) Dingl. 190, 102. 3) B. u. h. Ztg. 1868, S. 82. 4) B. u. h. Ztg. 1874, S. 176. 5) B. u. h. Ztg. 1871, S. 360, 450; 1872, S. 215; 1873, S. 167; 1874, S. 158. 6) B. u. h. Ztg. 1857, S. 176, 311, 432; 1859, S. 5; 1870, S. 360. Oest. Jahrb. 6, 242; 9, 350. Preuss. Ztschr. 4, 236; 18, 1. (Zerrenner, Gasfeuerung 1856, S. 176. Polyt. Centr. 1858, S. 794; 1860, S. 191. Kerpely, Ungar. Eisenh. S. 22, 224. Knut-Styffe, Par. Ausst.-Ber. 1868, S. 9. 7) Knut-Styffe, c. l. S. 9.

zielung eines gleichmässigeren Productes vorzuziehen und sehr ökonomisch, wenn noch Vorglühherde und Oberwind hinzukommen (Russland).[1]) Die Herdbreite beträgt bei Doppelöfen bis 2 m., bei einfachen etwas weniger, als die Länge, vermindert sich an der Feuerbrücke auf etwa $^3/_4$, am Fuchs auf $^1/_4$—$^1/_3$. Die Herdtiefe, 12—40, gewöhnlich 15—20 cm., vergrössert sich, je mehr das Frischen beeinträchtigende Schlacke man im Herd halten will; sie ist bei Stahlpuddelöfen meist grösser als bei Eisenpuddelöfen und durch Auflegen von Steinen auf das Herdeisen zu erhöhen. Scott[2]) hat den leicht zerstörbarsten Theil der Herdplatte zum Auswechseln gemacht. Zum Schutz der Arbeiter gegen die Hitze hat man Feuerschirme mit Wasserkühlung[3]) angebracht.

m Herdgewölbe von 16—20 cm. Stärke mit allmäliger Neigung nach dem Fuchs, behuf Niederdrückung der Flamme mit um so mehr Neigung und um so niedriger über Feuer- und Fuchsbrücke (gewöhnlich resp. 76—80 und 48—60 cm. darüber), je kräftiger oxydirend die Flamme wirken soll.

Die das Gewölbe tragenden Seitenwände (Wangen) ruhen entweder auf dem Herdeisen oder hinter demselben auf den Herdplatten oder sind bis zum Fundament hinabgeführt.

u Arbeitsöffnung von 0.15—0.20 qm. Querschnitt, durch eine Schiebethür mit Arbeitsloch (Kratzenthür) verschliessbar und mit Arbeitsplatte (Schwelle) *w* versehen, darunter die Abstichöffnung (Lachtloch) *x*. *l* Feuerbrücke und *o* Fuchsbrücke, je nach der zu erzielenden oxydirenden Wirkung und der Menge zu haltender Schlacke verschieden hoch. Querschnitt des Flammloches meist gleich der Hälfte des Rostes.

C Fuchs von $^1/_4$—$^1/_6$ der Rostfläche im Querschnitt, seltener ansteigend (fliegend) und dann weniger feuerfestes Material erfordernd, als nach unten geführt zum Niederdrücken der Flamme und zur Ableitung von über die Fuchsbrücke tretender Schlacke nach dem Schlackenloche *d*, vor welchem ein mit glühenden Kohlen gefüllter Trichter e^1, aus welchem die dadurch flüssig erhaltene Schlacke auf der mit Rinne versehenen Schlackenplatte *c* abfliesst.

Ein jäh abfallender Fuchs hat sich bei starker Ansatzbildung durch Flugstaub darin hinsichtlich der Reinigung[4]) nützlich erwiesen.

D Esse, durch gusseiserne Säulen *y* haltbarer gemacht, mit Einschnitten b^1 im Gemäuer und mittelst Zugstange a^1 durch den Temper *z* zu schliessen, seltener nach oben erweitert[5]), als hier zusammengezogen, von etwa $^1/_4$ Querschnitt des Rostes und 10—18 m. Höhe, wenn jeder Ofen seine eigene, seltener blecherne als gemauerte Esse hat, dagegen bis 30 m. Höhe und mehr bei einer für mehrere Oefen gemeinschaftlichen Esse (meist bei Benutzung der Ueberhitze zur Dampferzeugung, z. B. in Burbach 20 m. hohe und 1 m. weite Blechesse für je 2 Puddelöfen) und bei einem Register[6]) im Fuchse eines jeden Ofens. Oefen mit starkem Zuge geben im Allgemeinen bessere Resultate, als solche mit schwachem Zuge.[7])

Ross[8]) stellt Feuerraum, Brücke, Legeisen, Fuchs und Esse aus doppelten Blechmänteln mit Wasserkühlung her. Masion's konischer Ofen[9]) soll im Vergleich zu einem viereckigen Brennstoff ersparen.

---

1) Tunner, Russl. Montan-Industr. S. 138. 2) Dingl. 207, 201. 3) B. u. h. Ztg. 1872, S. 107. 4) Kerpely, Eisenh. in Ungarn S. 151. 5) Dingl. 161, 431; 210, 267. B. u. h. Ztg. 1873, S. 19. Schles. Wochenschr. 1861, No. 32. 6) B. u. h. Ztg. 1867, S. 70, Taf. 3, Fig. 9. 7) B. u. h. Ztg. 1868, S. 52. 8) B. u. h. Ztg. 1870, S. 447. 9) B. u. h. Ztg. 1875, S. 103.

Wolters[1]) giebt die Dimensionen für Puddelöfen wie folgt an: Rostfläche 0.5—0.75 qm. zur Verarbeitung von 220—230 kg. Roheisen, Höhe des Flammloches 0.35 m., Tiefe des Rostes unterhalb der Feuerbrücke 0.33—0.50 m., Herd für 220—230 kg. Roheisen 1.5—1.6 m. lang und 1.30—1.40 m. breit, Feuerbrücke 0.30—0.35 m. hoch, Herdtiefe 0.20—0.27 m., Gewölbe mitten und in der Thüraxe 0.6—0.7 m. hoch, Fuchsquerschnitt 0.07—0.099 m., Höhe 0.20—0.25 m., Breite 0.35—0.40 m., bei Vorglühherd Fuchsweite doppelt so gross bei derselben Höhe; Querschnitt der Esse 0.20 qm. bei 13 m. Höhe und 0.25 qm. bei 10 m. Höhe, genügend um stündlich 150 kg. Kohlen zu verbrennen; bei Nutzung der Ueberhitze zur Dampfkesselfeuerung 18 m. Höhe bei Querschnitten bis zu 0.4 qm. für horizontale Kessel, für verticale 0.25 qm. Querschnitt bei 15—20 m. Essenhöhe incl. Höhe des Kesselcanals.

Wärmeverluste. Nach Krans[2]) nimmt beim Puddeln das Eisen etwa nur 7 Proc. der entwickelten Wärme auf und der Wärmeverlust beträgt bei directem Ableiten der Verbrennungsproducte in die Esse an 60 Proc. Man sucht diesen Verlust durch Benutzung der Ueber- oder Abhitze zu Zwecken des Puddelprocesses (Vorwärmen des Roheisens, Winderhitzung, Darren von Brennstoffen u. s. w.) oder zur Dampferzeugung für den Walzwerksbetrieb zu vermindern.[3])

Puddelöfen mit Vorwärmherden[4]) (Fig. 152) sparen 10—25 Proc. an Brennmaterial und beschleunigen den Process unter Steigerung der Production, erfordern aber stärkeren Zug, also höhere Essen und weil durch das theilweise Entkohlen des Roheisens beim Glühen das Frischen sehr beschleunigt wird, reines weisses Roheisen oder sonst nicht zu schnell gaarendes, weshalb sie zur Erzeugung von Feinkorn und Stahl weniger geeignet sind. Da sie weniger Hitze für die Dampferzeugung geben, so müssen, wo es auf letztere besonders ankommt, langflammige Kohlen verwandt werden. — Behuf Erhitzung der Gebläseluft, namentlich für die später zu erwähnende Gasfeuerung, legt man die schlangenförmigen Windröhren zweckmässiger vor den Fuchs unten in die Esse (Fig. 139), als dass man die Fuchswände zum Eintritt des Windes hohl macht. Bei Heads Puddelofen[5]) wird die Luft in den Winderhitzungsapparat durch einen Dampfinjector eingesogen und Dampf nebst Luft theils unter, theils über den Rost geführt. In Defty's[6]) mit flüssigem Roheisen gespeistem Puddelofen erwärmt sich die Luft in den hohlen Roststäben, in Howatson's Ofen[7]) in einem Raum um Fuchs und untern Theil des Schornsteins, in Jones'[8]) Ofen in Schlangenröhren neben dem Schornstein, in Levick's Hängeröhrenapparat oberhalb des Puddelofens, in Simencourt's Ofen in den hohlen Rostbalken, der Feuerbrücke und unter der Herdplatte. — Bei Benutzung der Ueberhitze zur Dampferzeugung[9]) geht der Wärmeverlust von circa 60 Proc. auf 30 Proc. herab. Je nach dem zu Gebote stehenden Raum wendet man stehende oder liegende Kessel an. Erstere verlangen wenig Horizontalraum und geben mehr Dampf, erschweren aber die Beaufsichtigung der Sicherheitsvorrichtungen (Manometer, Wasserstandsgläser u. s. w.) und der Dampfraum ist schwieriger vor der Berührung mit heissen Gasen zu schützen. Der stehende Walzenkessel wird entweder von den Feuergasen umzogen[10]) oder, was eine einfachere Feuerführung, aber eine complicirtere Kesselconstruction am oberen Ende, schwierige Reinigung, raschere Zerstörung der unteren Feuerrohrplatte u. s. w. veranlasst, die Gase steigen im Innern des Kessels[11]) empor. Verwerflich ist es, das Kesselmauerwerk in die Wandungen des Schornsteins einzubauen oder unmittelbar mit letzterem zu verbinden. Zu Steinhänserhütte hat man sich nach oben erweiternde Kessel.[12]) Unterwind begünstigt die Dampfbildung.[13]) Die liegenden Kessel sind verschieden angeordnet, entweder unterirdisch

1) B. u. h. Ztg. 1875. Sonstige Angaben: B. u. h. Ztg. 1873, S. 33; 1868, S. 47, 357. 2) B. u. h. Ztg. 1874, S. 143. 3) Kerl, Met. 3, 509. 4) B. u. h. Ztg. 1863, S. 16; 1868, S. 357. Ztschr. d. Ver. deutsch. Ingen. 1868, S. 177. Petzoldt, Eisenbahnmaterialien S. 3, Taf. 1, Fig. 1—3. 5) Dingl. 206, 1. 6) B. u. h. Ztg. 1873, S. 213. 7) B. u. h. Ztg. 1872, S. 44. 8) B. u. h. Ztg. 1870, S. 359. 9) B. u. h. Ztg. 1870, S. 167, 185. Berggeist 1871, No. 38. Oest. Jahrb. 19, 289. Kerpely, Fortschr. 6, 181. Kerpely, Hüttenanlagen 1, 92. Jordan, Cours de Métallurgie Taf. 28—30. Percy-Wedding, Eisenh. 3. Abthl., S. 187. 10) Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 14, 725. Polyt. Centr. 1868, S. 1493. 11) Rittinger's Erfahr. 1871 (Schmiedhammer). 12) B. u. h. Ztg. 1874, S. 235. 13) Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 14, 725.

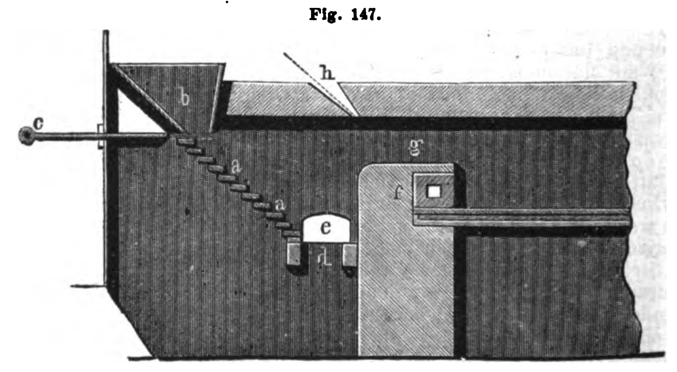


(Seraing) [1]), oder nur der Sieder unterirdisch (Anina) [2]), oder über den Puddelöfen [3]) (zwar raumersparend, aber kostspielig in der ersten Anlage, schwerfällig, die Reparaturen erschwerend und für Kessel und Oefen schädlich) oder, was für Aufsicht und Reparatur bequemer ist, hinter den Oefen im Freien, und zwar an der kurzen oder an der Längsseite zweier gekuppelter Oefen, letzteres die beste Einrichtung. Von der Höhe der Schornsteine war bereits (S. 295) die Rede. Zu Werdohl [4]) verdampfte beim Puddel- und Schweissofen 1 Thl. Kohle resp. $4^3/_4$ und 4.3 Thle. Wasser. Zweckmässig bringt man einen directen Canal zwischen Ofenfuchs und Schornstein an, sowie einen Schieber zwischen Ofen und Kessel, oder auf dem Fuchs einen leicht zu entfernenden Deckel (Burbach), um bei Explosionsgefahr die Feuergase vom Kessel sofort abhalten zu können; alsdann auch wohl Einstossen des Fuchses. Nach Stühlen rechnet man die Rostfläche = 0.6—0.9 qm., Kohlenverbrauch in 12 St. (= a) 1200—1500 kg., Querschnitt des Schornsteins und der Züge $\left(\frac{a}{10}\right)$ = 0.2—0.3 qm., Höhe des Schornsteins 12.5 m. + horizontale Länge der Kesselfeuerzüge, totale Heizfläche des Kessels = 8 a = 20 qm. Wasserverdampfung per 1 Thl. Kohle = $1^1/_2$—$2^1/_2$ Thl. Wasser. — Am vortheilhaftesten wird die Ueberhitze bei Siemens' Regenerativsystem (s. später) ausgenutzt; zwar bedingt die Anwendung der Kohle in Gasform einen Verlust von circa 30 Proc., aber die Leistungsfähigkeit eines Regenerativofens ist trotzdem doppelt so gross als die eines gewöhnlichen Ofens. Wo es jedoch nur geringerer Temperaturen bedarf und die Ueberhitze mit Nutzen zur Dampferzeugung verwandt werden kann, da ist von dem complicirten Siemens-Apparat Abstand zu nehmen. — In der verschiedensten Weise hat man der Brennmaterialersparniss wegen Puddelöfen, namentlich die später zu erwähnenden Gaspuddelöfen mit anderen Apparaten combinirt, z. B. mit Ausheizfeuern [5]) (S. 289), mit Schweissöfen [6]), mit Hohöfen und Feineisenfeuern [7]), mit Schweissofen, Vorwärmherd, Lufterhitzungsapparat und Holztrockenofen. [8])

Ofenconstruction.

b. Ofen mit Treppenrost [9]) (Fig. 147). *a* treppenförmig über einander liegende Eisen-, selten Thonplatten [10]) mit Zwischen-

Fig. 147.



räumen und etwa 40° Neigung. *b* Fülltrichter. *c* Schieber zum Entleeren des Trichters. *d* Horizontalrost mit Schieber zur Regulirung des Luftzutrittes durch eine Schicht glühender Kohlen. *e* Oeffnung zum Ausziehen der Asche. *f* Feuerbrücke. *g* Flammloch. *h* Luftzuführungscanal.

---

1) B. u. h. Ztg. 1872, S. 233. 2) Kerpely, Eisenhüttenwes. Ungarns S. 269. 3) B. u. h. Ztg. 1870, S. 167. 4) Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 14, 88. Kerpely, Fortschr. 3, 150. 5) B. u. h. Ztg. 1866, S. 286;. 1868, S. 71. Kärnthn. Ztschr. 1874, No. 5 u. 6. Kerpely, Eisenh. Ungarns S. 148. Oest. Jahrb. 1865, S. 61. 6) B. u. h. Ztg. 1866, S. 138, 246. Rittinger's Erfahr. 1863, S. 36. Kerpely, Eisenh. Ungarns S. 22. 7) B. u. h. Ztg. 1864, S. 260. 8) Kerpely, Eisenh. Ung. S. 208. Oest. Ztschr. 1862, No. 10. 9) Vergleichung der Plan- und Treppenroste in Ztsch. d. Ver. deutsch. Ingen. 18, 764. 10) B. u. h. Ztg. 1866, S. 364.

Construction.

c. Ofen mit Pultfeuerung (Fig. 148, 149). *a* Scheitholz, auf den Pulten *b* des gemauerten Schachtes ruhend. *c* Luftzugcanal beim Anheizen. *d* Flammloch, durch welches anfangs die auf der Sohle hervorgebrachte Flamme zieht, dann, wenn Zug in *K* (worunter man sich den Puddelherd vorzustellen hat) entstanden und *c* geschlossen ist, die Flamme von *a* aus eindringt.

Fig. 148.

Zu Sebeshely [1]) in Siebenbürgen verminderte sich bei Pultfeuerung mit Unterwind der Eisenabgang und es bedarf keiner Roststäbe.

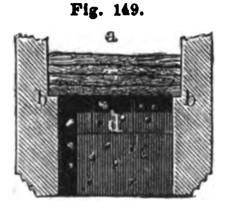
Indirecte Feuerung.

2. Oefen mit indirecter Feuerung (Gasöfen). Die Heizung der Puddelöfen kann geschehen:

Ueberhitze.

a) durch die Ueberhitze aus anderen Hüttenapparaten, z. B. Ausheizfeuern (S. 289, Fig. 139) und Schweissöfen (S. 296);

Fig. 149.



Gichtgase.

b) durch Hohofengichtgase (S. 117), von welchen man jedoch meist wieder abgegangen ist, weil sie aus tieferen Schachtgegenden abgefangen, den Hohofengang stören können, aus oberen Niveaus abgeleitet aber nicht Hitze genug geben und je nach dem Ofengange in ihrer Zusammensetzung variiren (S. 209).

Neuerdings verwendet Langlade die Gichtgase nach vorherigem Waschen und dann Erhitzen im Siemens'schen Regenerator beim Puddeln (S. 125).

Generatorgase.

c. Durch Generatorgase. [2]) Dieselben werden häufig aus Brennstoffen dargestellt, welche (z. B. wegen grosser Zerkleinerung, hohen Aschengehaltes, Feuchtigkeit u. s. w.) beim directen Verbrennen die für einen vorliegenden Zweck erforderliche Hitze nicht geben, wohl aber bei der Umwandlung in brennbare Gase (Kohlenoxyd, Wasserstoff, Kohlenwasserstoff) in schachtofenähnlichen Apparaten (Generatoren). Sobald es sich aber um die Erzeugung hoher Temperaturen (z. B. zum Puddeln, Schweissen, Zinkofenbetrieb u. s. w.) handelt, so liefert die Gasfeuerung, ohne complicirtere Apparate (z. B. zum Condensiren des Wasserdampfes u. s. w.) zu erfordern, um so günstigere Resultate, je besser das dazu verwandte Brennmaterial ist (am geeignetsten eine nicht backende, gasreiche Sinterkohle und eine bitumenreiche Braunkohle in wallnuss- bis hühnereigrossen Stücken mit möglichst wenig Staub und Asche).

1) Kerpely, Eisenhüttenwes. in Ungarn S. 21. 2) Kerl, Grundr. d. allg. Hüttenkunde S. 115. Kerl, Met. 3, 503. Neuere Generatoren: B. u. h. Ztg. 1874, S. 353. Akerman, Wien. Ausst.-Ber. Taf. 7, S. 79. Fichet's System: Mémoires etc. de la soc. des ingen. civ. Paris 1874, p. 670 (B. u. h. Ztg. 1875).

Vorzüge[1]) und Schattenseiten der Gasfeuerung.

Da bei der Vergasung der Brennstoffe ein Wärmeverlust bis zu 30 Proc. entstehen kann in Folge der unten zu erwähnenden Umwandlung der beim Verbrennen gebildeten Kohlensäure in Kohlenoxydgas durch glühenden Kohlenstoff, so unterwirft man zur Umgehung dieses Verlustes ein gutes Brennmaterial (z. B. Steinkohlen), welches die hinreichende Hitze zu geben vermag, häufig der directen Verbrennung wegen des Erfordernisses minder complicirter Einrichtungen und leichterer Ofenführung. Wegen Unvollkommenheit der Verbrennungseinrichtungen findet dabei aber immer Brennstoffverlust statt, während die Feuerung mit brennbaren Gasen wegen genauer Regulirung des Luftzutrittes die vollkommenste ist. Aus diesem Grunde ist dabei das Eisenausbringen grösser, es kommen weniger Stichflammen und kalte Luftströme vor, das Gas ist rein von Schlacke gebenden Substanzen und lässt sich, was noch ein Hauptvorzug, von dem Erzeugungsorte im Hüttenwerke aus gleichzeitig mehreren Oefen zutheilen.

Vorgänge bei der Vergasung.

Wird ein Brennmaterial in dickerer Lage auf dem Rost eines Schachtofens bei Zutritt von Zug- oder Gebläseluft (Zug- und Gebläsegeneratoren) verbrannt, so erzeugen sich unter Abscheidung von Asche neben Kohlenoxydgas hauptsächlich Kohlensäure und Wasserdampf. Indem beide in der theilweise glühenden Brennstoffsäule aufsteigen, setzt sich die Kohlensäure mit glühendem Kohlenstoff unter Wärmebindung (S. 191, 193) in Kohlenoxydgas, Wasserdampf in Wasserstoffgas, Kohlenoxyd und wenig Kohlensäure (S. 194) um. Gleichzeitig üben die aus dem Verbrennungsraume aufsteigenden heissen Gase auf die oberen Brennmateriallagen eine verkohlende Wirkung aus, in Folge dessen rohe Brennmaterialien flüchtige Destillationsproducte (Kohlenwasserstoff, Kohlensäure, Kohlenoxydgas, Wasser- und Theerdämpfe, Ammoniak u. s. w.) geben, die sich den Verbrennungsgasen mehr oder weniger beimischen. Man erhält dabei ein in der Zusammensetzung etwas schwankendes Gasgemisch von brennbaren Gasen (Kohlenoxydgas, Kohlenwasserstoff (ölbildendes und Grubengas), Wasserstoff), unbrennbaren Gasen (Stickstoff, Kohlensäure), brennbaren Dämpfen (Theer) und unbrennbaren Dämpfen (Wasser), theils condensirbar, theils nicht zu verdichten. Theer und ölbildendes Gas geben in Rothglühhitze Kohlenstoff ab, welcher an der Zersetzung von Kohlensäure und Wasserdampf Theil nimmt. Aus schwefelhaltigem Brennmaterial gebildeter Schwefelwasserstoff verbrennt zu schwefliger Säure und Wasserdampf. Die Zuführung von Wasserdämpfen[2]) bei der Gaserzeugung hat keinen Nutzen. Zum Puddeln sind auch Petroleumdämpfe[3]) empfohlen.

Generatoren.

Hinsichtlich der Einrichtung der Generatoren kommen u. A. nachstehende Modificationen vor:

a. Generatoren mit verticalen (Fig. 152) und geneigten Wänden (Fig. 153, 159), letztere ersteren neuerdings vielfach vorgezogen wegen grösserer Rostfläche (am besten Treppenrost[4]) an der einen schrägen Wand, verbunden mit einem Planrost) und der Möglichkeit, in der Zeiteinheit grössere Mengen Gas bei vollständigerer Verbrennung zu erzeugen.

b. Zug- (Fig. 153) und Gebläsegeneratoren (Fig. 150, 152), erstere wegen einfacherer Construction und Entbehrlichkeit des Ge-

---

1) Vortheile des Bicherouxofens: B. u. h. Ztg. 1874, S. 434. 2) B. u. h. Ztg. 1868, S. 352. Dingl. 195, 254, 338. 3) B. u. h. Ztg. 1872, S. 427; 1873, S. 239. 4) B. u. h. Ztg. 1872, S. 27.

bläses häufiger als die meist mit den Oefen unmittelbar verbundenen Gebläsegeneratoren angewandt.

c. Isolirte (Fig. 150) oder mit den Flammöfen verbundene Generatoren (Einzelfeuerungen, Fig. 152, 153). Erstere lassen die Speisung mehrerer Oefen zu und geben ökonomisch günstigere Resultate [1]) als letztere, während aus diesen die Gase heisser in den Ofen gelangen.

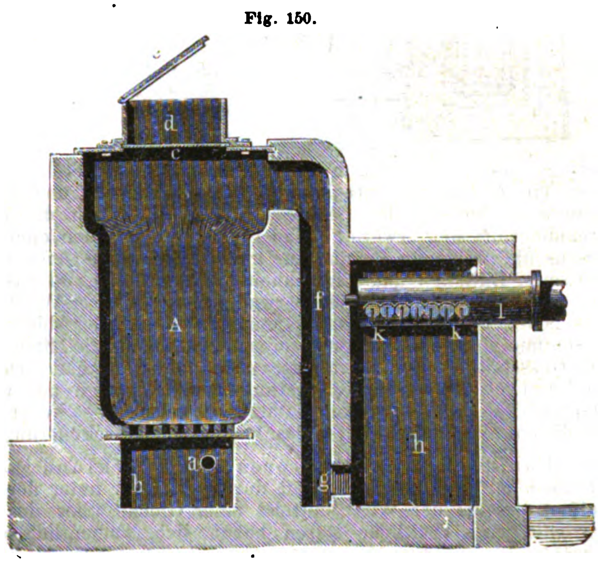
d. Feststehende und auf Rädern transportable Generatoren (Wittström's Generator).[2])

Rohmaterialien.

Als Materialien [3]) für die Gaserzeugung verwendet man sowohl rohe Brennstoffe (Holz [4]), Torf [5]), Braunkohlen [6]), Steinkohlen [7])), als verkohlte (z. B. Holzkohlen [8])).

Isolirte Generatoren.

Fig. 150.



Isolirter Generator mit geraden Wänden, Rost und Unterwind (Fig. 150, 151). *A* Generatorschacht, 2.1 m. hoch, unten 1.1. m. weit, oben 1.4 lang und 1.2 m. breit. *a* Düse für heissen Unterwind. *b* Aschenfall. *c* Schieber unten im Chargirkasten *d*. *e* Deckel. *f* und *g* Canäle zur Abführung der Gase in die Staubkammer *h*, von welcher sie über die Feuerbrücke *o* auf Herd *B* strömen und hier durch Wind erhitzt werden, welcher in *n* erhitzt durch *m* in die bewegliche Trommel *l* gelangt und aus dieser durch 7 Düsen in das Gas ausströmt (Wasseralfinger Princip). *r* Fuchsbrücke. *p* Vorwärmherd. *C* Holzdarrkammer. *u* Esse.

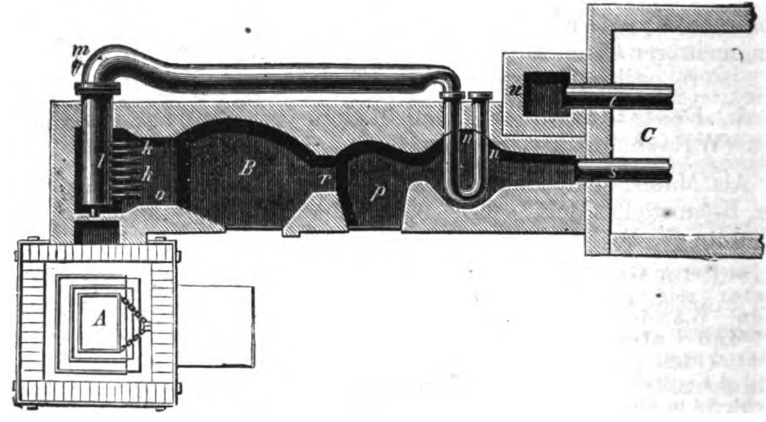
Tessié du Motay's konischer Generator. Weite oben 1 m., unten 2 m. bei 5 m. Höhe, Wandstärke 15 cm. bei Blechmantel; 5 an der Peripherie gleichmässig vertheilte Düsen für Wind von 12 cm. Wasserpressung oberhalb der Räumöffnungen. Solche Generatoren sind z. B. zu Stieringen-Wendel für Kohlenklein in Anwendung, während gröbere Kohlen in Siemens'schen Generatoren vergast werden.

Bicheroux-Generator [9]) mit geraden Seitenwänden, dagegen stark nach aussen geneigter Vorder- und Hinterwand und geneigtem Rost (ähnlich den Siemens'schen und Boëtius'schen Generatoren) entlässt die Gase erst in einen geneigten oder horizontalen Canal, dann in einen verticalen Canal, aus dessen zwei gegenüberstehenden Wänden durch Canäle Luft zum Gase tritt, welche

1) B. u. h. Ztg. 1874, S. 436 (Bicherouxofen). 2) B. u. h. Ztg. 1872, S. 356, 411. 3) Kerl, Met. 3, 491. 4) Kerpely, Eisenhüttenwes. Ungarns S. 208, 224, 246. 5) B. u. h. Ztg. 1865, S. 312. Kerpely, Fortschr. 3, 162. Akerman, Wien. Ausst.-Ber. Taf. VII (Kärnthen); B. u. h. Ztg. 1874, S. 353. 6) Neumann, die Vergasung der erdigen Braunkohle. Halle 1873. 7) Siemens' Generator, s. Fig. 159. 8) B. u. h. Ztg. 1867, S. 2. 9) B. u. h. Ztg. 1874, S. 434. Kärnthn. Ztschr. 1874, S. 337.

unter dem erhitzten Herd (eines Puddelofens, Schweissofens u. s. w.) hin gestrichen ist, sich dabei erwärmt und in ausgesparte Räume der Canalwandungen

Fig. 151.



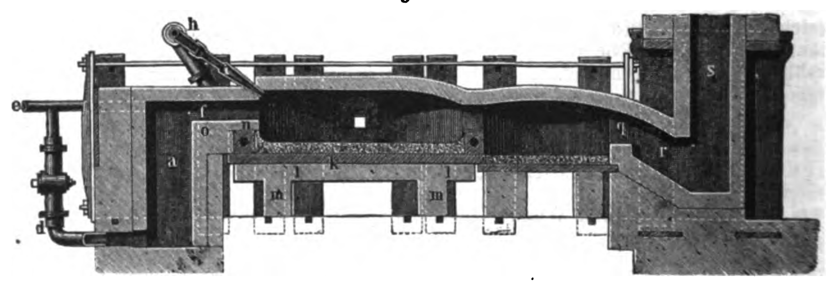
gelangt, um von hier durch Züge zu den Gasen zu treten. Der Verbrennungscanal kann ein Ziegelgitter enthalten, welches sich erhitzt und an der Hinterwand des Generators können sich Canäle befinden, in denen die durchstreichende Verbrennungsluft sich erwärmt. Man erhält in den Oefen eine die Schweisshitze des Eisens übersteigende Temperatur und es sind diese Oefen mit Erfolg wegen ihrer grösseren Billigkeit und Einfachheit mit den Oefen von Siemens und Ponsard in Concurrenz getreten, welche zwar wegen stärkerer Winderhitzung mit weniger Gas höhere Temperaturen, aber keine Benutzung der Abhitze für Dampfkessel zulassen und abgekühltere Generatorgase geben. Ob die Hitze des Bicherouxofens für Gussstahltiegel hinreicht, ist noch zu erforschen. Die Gasfeuerung bietet im Vergleich zur directen Feuerung grosse Vorzüge und namentlich Brennstoffersparniss, wie dieses System eclatant nachweist. Diese Feuerung dient ausser hauptsächlich für Schweissöfen (s. diese) auch zur Kesselfeuerung (Dortmunder Union).

Fahluner Gasgeneratoren von Björklund [1]), für Sägespäne und Steinkohlen, erhalten Gebläseluft durch ein Rohr unter der Mitte des Rostes zugeführt, wobei der Wind mittelst einer Glocke über der Ausströmungsöffnung vertheilt wird. Seitliche Düsen haben sich, namentlich bei Sägespänen, nicht bewährt.

Nicht isolirte Generatoren.

Nicht isolirter Generator mit geraden Wänden und Unterwind ohne Rost (Fig. 152). *a* Generator. *e* Hauptwindleitungsrohr, aus wel-

Fig. 152.



chem kalter Wind einmal durch *d* in den Generator, dann in das Herdeisen *n* tritt, sich erwärmt und hierauf durch das Schnabelrohr *h i* über der Feuerbrücke *n*

1) B. u. h. Ztg. 1875, S. 17. Oest. Ztschr. 1875, S. 77.

ausströmt (Kärnthner Princip), über welche durch *f* die brennbaren Gase treten. *q* Fuchsbrücke. *r* Fuchs. *s* Esse. Hinter dem Puddelherd liegt ein Vorwärmherd. *k* Sohlplatte. *l* gusseiserner Träger. *m* gemauerte Pfeiler.

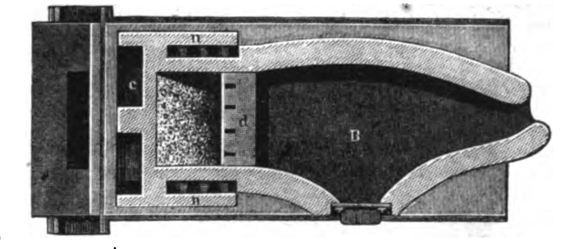
Fig. 153.

Boëtius' Generator mit geneigtem Schacht [1] (Fig. 153, 154). *A* Generatorschacht, 1.8–2 m. hoch, 0.75 m. tief und 0.9 m. breit. *a* geneigter Rost. *b* Luftzuführungsöffnung (die schräge Fläche darüber kann auch noch Roststäbe enthalten wie in Fig. 159). *m* hohle Feuerbrücke, in welche kalte Luft, sowie solche auch in den hohlen Seitenwänden *n* circulirt, sich erwärmt und durch den Canal *c* über der Feuerbrücke ausströmt.


Gasverbrennungsvorrichtungen.

Die **Verbrennung der Gase** geschieht, nachdem dieselben wohl noch Staubkammern passirt haben, nach dem **Wasseralfinger** (Fig. 150, 151), **Kärnthner** (Fig. 152) oder **schwedischen Principe** (Fig. 155).

Fig. 154.



Das erstere ist sehr wirksam, aber Windröhre und Düsen leiden sehr von der Hitze, was bei dem Kärnthner Princip nicht der Fall. Da sich bei der schrägen Lage des Düsenschnabels eine innige Mengung der Luft mit den brennbaren Gasen nicht immer vollzieht, so hat man nach dem schwedischen Principe den Wind vertical in die Gase geleitet, wie z. B. in dem Jones'schen [2] und dem Wilson'schen Puddelofen [3] (Fig. 155). *a* Generator,

Fig. 155.



seitlich mit Brennmaterial gespeist, welches auf der Thonplatte *b* herabrutscht. *h* Düse zum Eintritt des durch ein Dampfstrahlgebläse bei *e* eingesogenen Unter-

1) B. u. h. Ztg. 1869, S. 452. 2) B. u. h. Ztg. 1870, S. 359. 3) B. u. h. Ztg. 1867, S. 199; 1870, S. 215, 360.

windes. *f* Scheidewand. *g* Oeffnung zum Ausziehen der Asche. *d* Aschenfall. *klm* Herdeisen, durch welches mittelst des Dampfstrahlgebläses kalter Wind getrieben wird, dieser erhitzt durch *n* nach *p* strömt und von hier durch eine grosse Anzahl verticaler Düsencanäle nach unten zieht und zum geringen Theil durch *q* über das Brennmaterial tritt. — Charpentier[1]) lässt die Gase, durch Winddüsen von Gebläseluft umhüllt, sich mit derselben vor einer durchlöcherten Blechwand mischen und leitet das Gemisch durch die Wandlöcher und die abziehenden Feuergase in einen Behälter mit Wasser zur Abgabe von Rauch[2]) und Wärme, wobei nutzbares heisses Wasser erfolgt.

Temperatursteigerung.

Zur Steigerung des pyrometrischen Effectes der Generatorgase dient:

Wasserdampfzersetzung.

a. Die Entfernung der Wasserdämpfe bei wasserreichen Brennstoffen, indem man dieselben durch glühendes Brennmaterial[3]) (Thum's Generator) oder durch längere Canäle (Röhren) leitet (mit 10—15 qm. Oberfläche pro 1000 kg. in 24 St. verbrannter Kohle) oder in Condensatoren mit kaltem Wasser in innige Berührung bringt, wobei allerdings die in den Gasen enthaltenen Theerdämpfe für die Verbrennung verloren gehen und eine Wiedererhitzung der abgekühlten Gase sich empfehlen kann. Die Theerdämpfe, wenn sie nicht besonders condensirt werden, können durch Verdichtung oder Abscheidung von Glanzruss bei hoher Temperatur Uebelstände herbeiführen.

Condensation der Dämpfe.

Lundin's Condensator[4]) (Fig. 156, 157). *a* vom Generator kommendes Gasrohr. *b* Wasserröhre, aus welcher Wasser in *c* und daraus durch *o* gegen eine konische Schraube *bc* in den zugeschärften Ringen *d* tritt, umherspritzt

Fig. 156.

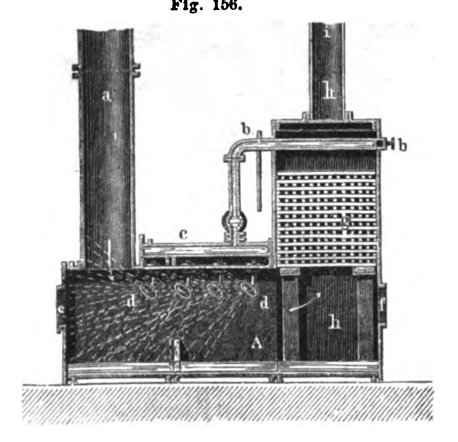
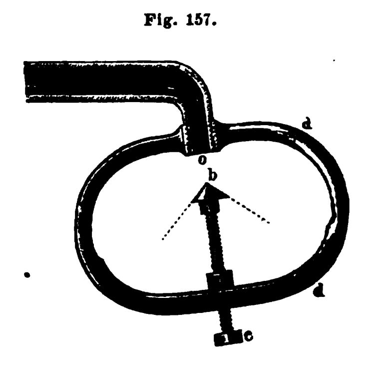


Fig. 157.



(Kerpely[5]) erreicht dieses durch eine rotirende Kugelbrause, S. 125) und den Wasserdampf condensirt, während die Gase dann noch durch *h* den mit feuchtem Eisengitterwerk versehenen Raum *g* passiren, um in die Esse *i* zu gelangen. Auf diese Weise sind Gase aus feuchtem Sägemehl zu nutzen. Ein vorheriges Trocknen der Brennstoffe kann den Apparat entbehrlich machen.

Condensator von Hanström und Björklund.[6]) Die Gase aus Sägespänen

1) Rev. univers. 1872, Tom. 32, livr. 1 u. 2. Dingl. 211, 421. 2) Waschen des Rauches aus Feuerungen: Oest. Ztschr. 1855, S. 342. Dingl. 137, 31. 3) Oest. Ztschr. 1856, No. 34. B. u. h. Ztg. 1862, S. 440; 1874, S. 180 (Thum's Gener.). Dingl. 200, 470. 4) Kerl, Grundriss d. allgem. Hüttenk. S. 129. Sägespängase, Zusammensetzung: Kerpely, Fortschr. 3, 148 (Gasanalysen). 5) B. u. h. Ztg. 1868, S. 114. 6) B. u. h. Ztg. 1875, S. 18. Oest. Ztschr. 1875, S. 77.

(zu Fahlun) durchströmen stehende Röhren, welche von kaltem Wasser umflossen sind.

Langlade[1]) wäscht mit grossem Vortheil die Gase und erhitzt sie dann wieder (S. 125). Die Condensation der Wasserdämpfe durch eingespritztes Wasser geschah 1854 von Paduschna, 1857 von Veneni[2]), 1859 von Uhlig[3]), 1865 von Lundin.

b. Das Erhitzen nicht nur der Verbrennungsluft, sondern auch der Generatorgase. Geschieht dieses mittelst der Ueberhitze des Puddelofens, welche an feuerfeste Steine übertragen wird, mit denen dann Gase und Wind in Berührung kommen (Siemens'sches Regenerativprincip[4])), so erreicht man die höchsten Effecte bei vollkommenster Ausnutzung der Wärme (S. 296), indem die Verbrennungsproducte die Esse mit niedriger Temperatur (von etwa 200° C.) verlassen. Regenerativprincip.

Nach Krans betrug die Verbrennungstemperatur von Steinkohlengasen vor dem Erhitzen im Regenerator 1728°, nach dem Erhitzen 3023—3156°. Nach Langlade[5]) erhöhete sich die Verbrennungstemperatur von gewaschenen und auf 20° abgekühlten Gichtgasen nach dem Erhitzen von Gas und Luft um 800°. Während bei Oefen, welche eine gleichmässige Hitze erfordern (Schweiss-, Glüh-, Stahlschmelzöfen u. s. w.), der Regeneratorbetrieb keine Schwierigkeiten[6]) veranlasst, so sind solche hier und da beim Puddelofenbetrieb, welcher bald höhere, bald niedrigere Temperatur bedingt, hervorgetreten, welche hauptsächlich dadurch hervorgerufen werden, dass die zur Temperaturregelung vorgenommene Veränderung des Gas- und Luftzutritts nicht sofort, sondern immer erst nach einiger Zeit wirkt. Indess hat man in England und bei Anwendung intelligenter Arbeiter und eines grösseren Hämatitzuschlages gegen die alten Oefen grösseres Ausbringen (2 Proc. und mehr) bei besserer schlackenfreierer Eisenqualität, grössere Production und Ersparung an Brennmaterial (an 30 Proc.) erzielt.[7]) Unter Anderem sind solche Oefen auch zu Donawitz in Steyermark, zu Buchscheiden u. a. in Anwendung.[8]) Nach Kupelwieser[9]) ist die zweckmässige Anwendung der Siemensöfen bei gutem Brennmaterial dann fraglich, wenn Dampf zum Betriebe der Motoren erforderlich wird, indem alsdann die Dampferzeugung durch separate Feuerung geschehen muss.

α. Siemens' discontinuirliche Regenerativfeuerung. Jeder Puddelofen hat 4 Regeneratoren, zwei für Gas- und zwei für Winderhitzung, seltener zur Seite, als unter dem Ofen gelegen, aus gemauerten Kammern bestehend, welche mit gitterartig in Zwischenräumen aufgestellten feuerfesten Steinen (Fig. 107, 128, 159), neuerdings behufs besserer Reinigung mit Steinpfeilern[10]), wie die Felder eines Schachbrettes angeordnet, gefüllt sind. Man lässt die aus dem Puddelofen abgehenden Feuergase durch je einen Gas- und einen Windregenerator ziehen und sobald dieselben hinreichend geheizt sind, leitet man durch Umstellen von Klappenventilen, nach Art eines Vierweghahnes wirkend, Gas und Wind, welche vorher zwei andere Regeneratoren bis zu deren Abkühlung durchstrichen haben, durch die erhitzten Regeneratoren. Discontinuirliche Feuerung.

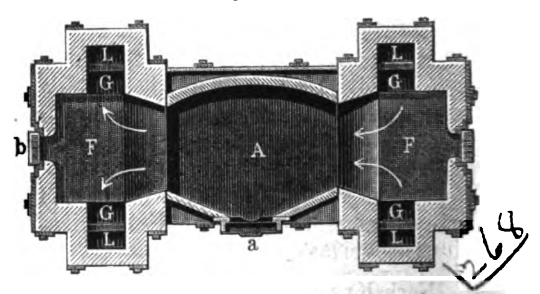
---

1) B. u. h. Ztg. 1873, S. 170. 2) Dingl. 1859, 428. 3) Oest. Ztschr. 1859, S. 50. Steinmann, Compend. der Gasfeuerung S. 53. 4) Kerl, Grundr. d. allgem. Hüttenkunde S. 130. Riedler, Notizen über Siemensöfen, Graz 1871 (B. u. h. Ztg. 1871, S. 123). Krans, études sur les fours à gaz. Bruxelles u. s. w. 1869. Preuss. Ztschr. 18, 149. B. u. h. Ztg. 1869, S. 322; 1871, S. 31, 403; 1873, S. 27 (Geschichtliches). Kerpely, Fortschr. 5, 178; 7, 239, 255. 5) B. u. h. Ztg. 1873, S. 171. 6) B. u. h. Ztg. 1871, S. 32, 34 (Vergl. des gewöhnl. u. des Regenerativpuddelns). 7) B. u. h. Ztg. 1865, S. 67; 1868, S. 443; 1870, S. 360. 8) Kerpely, Wien. Ausst.-Ber. S. 179. 9) B. u. h. Ztg. 1871, S. 34. 10) B. u. h. Ztg. 1873, S. 195.

Modificationen.

Man erbaut die Regeneratoren gewöhnlich unter dem Ofen paarweise neben einander und führt die Verbrennungsgase abwechselnd auf den beiden kurzen Seiten des Puddelofens durch verticale Canäle zu jenen[1]) (ähnlich wie beim Siemens-Martin Ofen, s. später), legt auch wohl Vorglühherde[2]) neben den Herd, wie zu Buchscheiden (Fig. 158). *A* Puddelofenherd mit Arbeitsöffnung a. *F* Vorglühherde. *L* Luft-, *G* Gascanäle, zu den entsprechenden Regeneratoren unterhalb des Ofens führend. *a* u. *b* Arbeitsöffnungen. In England hat man eine compendiösere Einrichtung[3]) dadurch zu erzielen gesucht, dass man die Regeneratoren unter dem Ofen paarweise über einander legt und die verbrannten Gase nur an einer Seite des Ofens abwechselnd rechts und links durch Canäle den Regeneratoren zuführt, ähnlich wie im Siemens'schen Rotator (S. 128). — Wittenström[4]) legt die Regeneratoren paarweise über den zu heizenden Ofen, lässt Gas und Luft durch mittelst Muschelschiebers zu öffnende und schliessende Canäle von oben in die Regeneratoren, dann erhitzt unten aus denselben in zwei verticale, mit verticalen Zungen zur gleichmässigen Vertheilung und Ausströmung versehene Canäle treten. Die Luft steigt im hinteren, das Gas im vorderen Canal auf, beide vereinigen sich über der Feuerbrücke und treten als Flamme in den Ofen. Die Lage der Regeneratoren über statt unter den Oefen hat folgende Vortheile: minder umständlicher und billigerer Bau, Nichtbelästigung durch zusetzende Wasser, weniger lange Röhrenleitung zwischen Ofen und Regenerator, also mindere Abkühlung der Gase u. A. Der bei der freistehenden Lage der Regeneratoren eintretenden stärkeren Abkühlung wird dadurch begegnet, dass zwischen Ofenwand und Verankerung ein Canal bleibt, durch welchen die Gebläseluft vor dem Eintritt in den Regenerator strömt und sich darin vorwärmt.

Fig. 158.



Sonstige Modificationen sind: Ersetzung der Wechselklappen, welche von Hitze und Theerdämpfen sehr leiden, durch Hauben-, Glocken- oder Wasserventile[5]), näheres Heranstellen der Gasgeneratoren an die Regeneratoren zur Verminderung der Wärmeverluste (nach Pütsch und Ziebarth[6])), Oefen ohne und mit mechanischem Puddler[7]) u. s. w.

Continuirliche Feuerung.

β. Ponsard's continuirliche Regenerativfeuerung.[8]) Dieselbe ist dadurch chrakterisirt, dass der Gasgenerator nahe an den Puddelofen gerückt ist und nur der Wind, nicht das Gas, durch die abziehende Wärme in einem einzigen Regenerator erhitzt wird, so dass keine Stromänderung durch Wechselklappen erforderlich ist.

(Fig. 159, 160.) *A* Siemens'scher Gasgenerator mit Chargirvorrichtung *a*. *B* Ofenherd *C* Regenerator mit derartig angeordneten Canälen aus Steinen, dass sich die kalte Luft in Canälen *b* nach aufwärts jedesmal zwischen zwei heissen, von den durch *h* nach abwärts ziehenden Feuergasen durchstrichenen Canälen *c* bewegt. Die erhitzte Luft tritt durch die Canäle *d* und *e* in den Ofen und mischt sich mit den aus dem Canal *f* aufsteigenden Gasen. *g* zur Esse führender Canal *i* Schieber. Die gerühmten Vorzüge dieses mehrfach in Anwendung befindlichen Apparates (z. B. bei Cocquerill in Seraing) sind: einfachere Construction und Betriebs-

1) B. u. h. Ztg. 1869, S. 322, Taf. 7, Fig. 1—4; 1874, S. 353. Åkerman, Wien. Ausst.-Ber. Stockholm, 1874, S. 79, Taf. 5 u. 6. 2) B. u. h. Ztg. 1874, S. 353, Taf. 8, Fig. 10. 3) B. u. h. Ztg. 1873, S. 195, Taf. 5, Fig. 11 u. 12; 1874, S. 353, Taf 11, Fig. 7 u. 8. 4) Oest. Ztschr. 1875, No. 8 (Abbild.). 5) B. u. h. Ztg. 1871, S. 32. Kärnthn. Ztschr. 1871, S. 78. Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 17, 644. 6) Pütsch u. Ziebarth, verbesserte Gasfeuerungen mit Regeneratoren, Berlin 1865. Kerpely, Fortschr. 3, 152; 4, Taf. 4, Fig. 6—10. B. u. h. Ztg. 1865, S. 315; 1866, S. 184, 220; Kick, techn. Blätter 1871, S. 61. 7) Kerpely, Fortschr. 7, 248. 8) B. u. h. Ztg. 1873, S. 197; 1874, S. 7 u. 8. Kerpely, Wien. Ausst.-Ber. S. 178.

weise, geringere Anlagekosten und Erzielung hinreichend hoher Temperaturen trotz Nichterhitzung der Gase, indem dieselben heiss aus dem Generator in den Ofen eintreten und die darin enthaltenen Theerdämpfe zur Verbrennung kommen.

Fig. 159.

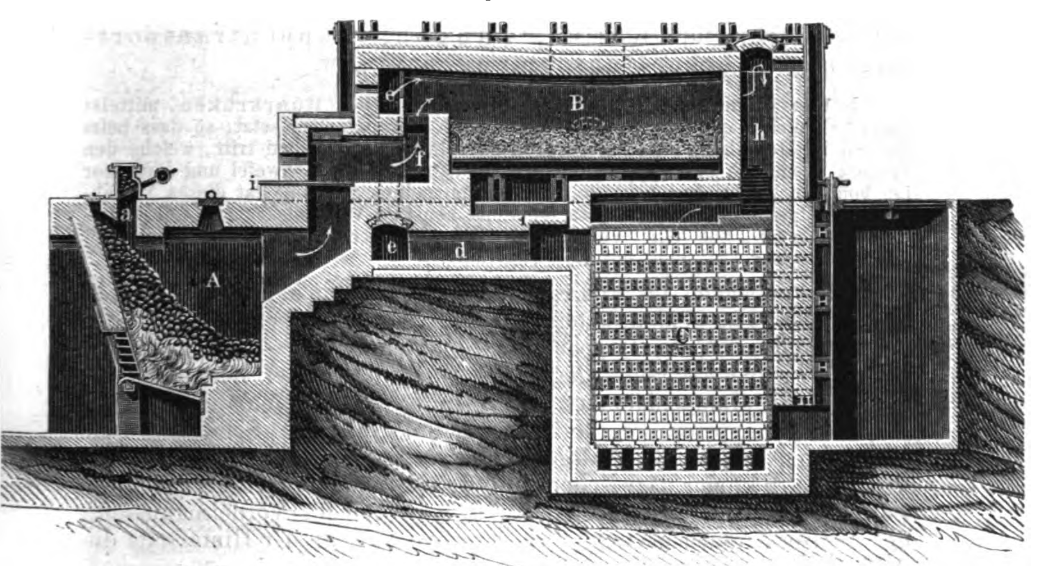
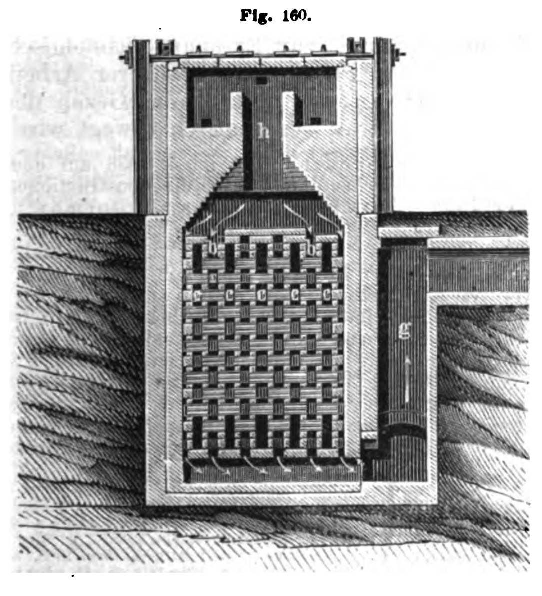


Fig. 160.



Es können indes grosse Nachtheile dadurch entstehen, dass Heiz- und Luftcanäle undicht und durch Fugen mit einander in Verbindung gesetzt werden. Nach Ziebarth[1]) eignet sich ein Ponsard's Regenerator besonders da, wo der Siemens'sche wegen des nothwendigen Wechsels der Flammenrichtung nur schwer zu Herdformen zu verwenden ist, welche eine symmetrische Gestaltung zu den beiden Seiten der Mittellinie nicht gestatten, wie bei vielen Metallschmelz- und Raffinir-öfen. Kleinwächter's Ofen[2]) ist nach ähnlichem Principe construirt. — Gorman lässt in einer Kammer unter dem Puddelofen die Verbrennungsluft durch Thonröhren strömen, welche von der Abhitze des Ofens erwärmt werden.

1) Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 17, 642. 2) B. u. h. Ztg. 1874, S. 23. Grothe's polyt. Ztschr. 1875, S. 52.

Werkzeuge.

Als Werkzeuge[1]) bei Puddelöfen braucht man unter Anderem schwere Rührhaken (Krücken) von 20—30 kg. Gewicht zum Arbeiten im Herd, kleinere Haken zum Zusammenziehen der halbgeschmolzenen Massen, zum Umwenden der Luppe in der Schlacke u. s. w., Haken zum Luppendrücken, Kratzen, Schlackenspiesse, Einsetzschieber für Roheisen, Zangen, Luppentransportwagen, Schlackentransportwagen u. s. w.

Richardson[2]) und Ponsard[3]) verwenden hohle Rührkrüken, mittelst eines Schlauches mit der Windleitungsröhre in Verbindung gesetzt, so dass beim Rühren im Herd bis zur Kochperiode Gebläseluft ins Metallbad tritt, welche den Process wesentlich beschleunigen und zur Entfernung von Schwefel und Phosphor bei höherem Ausbringen beitragen soll. Allgemeinen Eingang hat dieses Verfahren nicht gefunden, indem dasselbe ohne sonstige Vortheile, z. B. auf schottischen Werken, nur eine Verbesserung des Productes ergab. Auch hat man Wasserdampf abwechselnd mit Luft zugeführt.[4])

Lage der Puddelöfen u. s. w.

Die Puddelöfen (bis 50) liegen auf vielen Hütten, z. B. in Rheinland-Westphalen[5]), zu beiden Seiten eines hinreichend breiten Ganges — für den Verkehr mit den Luppen und Roheisenwagen, — und zwar mit ihrer Längsaxe senkrecht gegen den Gang. In einer der Ofenfronten sind die Luppenhämmer (2—3 zu etwa 24 Oefen) und hinter ihnen die Luppenwalzwerke eingeschaltet. In den Schweiss- und Walzhütten bilden die Walzgerüste eine Front durch die Mitte der Hütte, die Hämmer dazwischen, auf welche dann senkrecht mit ihrer Längsaxe die Schweissöfen, Kessel u. s. w. an der Vordermannsseite der Walzenstrassen gestellt sind, während sich an der Hinterseite die Adjustirräume befinden.

Puddelmaschinen.

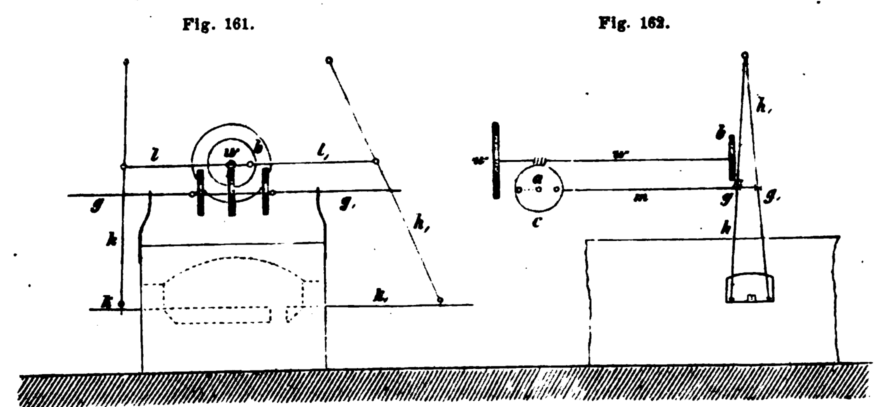
B. Oefen mit Puddelmaschinen. Zur Erleichterung der mechanischen Arbeit des Puddelns, sowie zur Erzielung öconomisch günstigerer Resultate bei vermehrter Production, rascherer Arbeit u. s. w. erfand man Puddelmaschinen, bei welchen das Gezäh des Arbeiters, die Krücke, durch Dampfkraft systematisch bewegt wird.

Die erste Maschine dieser Art stellte Schafhäutl[6]) im J. 1836 auf dem Tividale Eisenwerk iu Staffordshire auf, welcher dann später die Constructionen von Dumény und Lémut[7]), Harrison[8]), Eastwood[9]), Whitham[10]) Dormoy[11]), Morgan[12]), Bennet[13]), Griffith[14]) (auf Teesside Iron Works bei Middlesbro), Ponsard (S. 304), Pickles[15]), Brooman[16]), Broomhall[17]) u. A. nachfolgten. Am häufigsten (z. B. in einigen Gegenden Frankreichs und in Lothringen[18])) wird der Lemut'sche Puddler von nachstehender Construction angewandt (Fig. 161—163): w rotirende Welle mit Kurbelscheibe b, an deren Kurbelzapfen mittelst Universalgelenkes zwei um die horizontale Ebene schwingende Lenkstangen l und l_1 angehängt sind, welche die beiden vertical herabhängenden einarmigen Hebel h und h_1 in schwingende Bewegung versetzen. k und k_1 an die Hebel angehängte Puddelkrücken, welche bei der angegebenen Einrichtung stets nur in derselben Verticalebene arbeiten würden, wenn nicht noch die nachstehende Vorrichtung hinzukäme, welche bewirkt, dass die Krücken die ganze Herd-

1) Jordan, Cours de Métallurgie 1874, Taf. 76. 2) Dingl. 190, 211. B. u. h. Ztg. 1867, S. 317; 1868, S. 13, 34, 298, 306, 339; 1869, S. 87, 132, 241; 1870, S. 229, 359. Kerpely, Fortschr. 5, 188. 3) B. u. h. Ztg. 1870, S. 456. Kerpely, Fortschr. 7, 249, 258. 4) Kerpely, Fortschr. 5, 189. 5) Kärnthn. Ztschr. 1874, S. 333, 335 6) B. u. h. Ztg. 1865, S. 293; 1868, S. 52. 7) B. u. h. Ztg. 1862, S. 232; 1863, S. 178; 1864, S. 266; 1868, S. 44. Kerpely, Fortschr. 4, 164. 8) B. u. h. Ztg. 1864, S. 392. 9) B. u. h. Ztg. 1865, S. 201; 1866, S. 312. 10) Preuss. Ztschr. 18, 1. 11) B. u. h. Ztg. 1872, S. 277, 364 (rotirend). 12) Kerpely, Fortschr. 4, 180. 13) B. u. h. Ztg. 1866, S. 311, 312. 14) B. u. h. Ztg. 1869, S. 184. 15) Deutsch. Engineer. 1874, Vol. 2, No. 19. 16) Mech. mag. 1867, S. 388 (rotirend). 17) Engineering 35, 279. 18) Preuss. Ztschr. 18, 154.

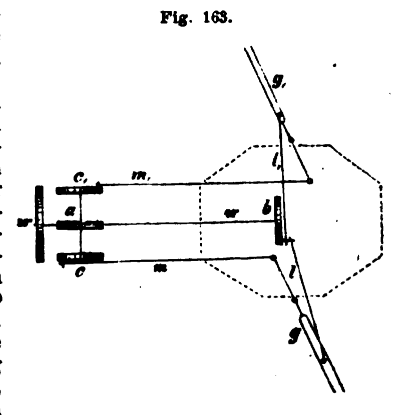
fläche fortschreitend bestreichen: *a* Querwelle, durch eine Schraube ohne Ende von *w* in sehr langsame Bewegung versetzt und an ihren beiden Enden mit Kurbelscheiben

Fig. 161. Fig. 162.



cc_1 versehen. mm_1 von den beiden Kurbelwarzen ausgehende Lenkstangen, welche zwei horizontale und um verticale Axen sich drehende zweiarmige Hebel *g* und g_1 in Bewegung setzen, deren äussere Enden gabelförmig auslaufen. *h* und h_1 zwischen den Schenkeln der Gabeln spielende vertical herabhängende Hebel. Da den Krücken die kleinen Lücken in den Ofenthüren zur Führung dienen, so gelangen dieselben allmälig in horizontale Kreissegmente einschliessende Lagen. Zu Stieringen-Wendel Einsatz im gewöhnlichen Puddelofen 250 kg., bei mechanischem Puddler 400 kg., Steinkohlenverbrauch 900 und 600 kg. pro 1000 kg. Puddeleisen. Dass diese Maschinen keine allgemeinere Anwendung gefunden haben, hat seinen Grund darin, dass dieselben meist nur in den ersten Perioden des Puddelns, nicht bei der anstrengenderen Arbeit des Ballmachens nutzbar sind, nur graues Roheisen zulassen, zum Theil zur Handhabung geschickte Arbeiter erfordern und an Löhnen wenig Ersparung gestatten, allerdings aber die Handarbeit erleichtern und bei Ersparung an Brennstoff die Production erhöhen. Eine wesentliche Ersparung an Handarbeit hat das neuerdings in Nordamerika und England[1]) angewandte Verfahren geschafft, auf dem Puddelherd Eisenerz, am besten Titaneisenerz, und Flussspath auszubreiten und flüssiges Roheisen darauf abzustechen (S. 286). Es findet dann ein Aufkochen statt und es ist etwa nur 5 Min. langes Rühren vor dem Ballen erforderlich. Gleichzeitig tritt eine Reinigung des Eisens von Schwefel und Phosphor ein.

Fig. 163.



Mechanische Puddelöfen.

C. Mechanische Puddelöfen. Weitere Bestrebungen gingen dann dahin, das Rühren mit der Hand überall zu umgehen und das Puddeln auf mechanischem Wege ganz zu Ende zu führen durch Beweglichmachen des Herdes, durch Construction mechanischer Puddelöfen.

Wenngleich mechanische Puddelöfen eine vollständigere Berührung des flüssigen Roheisens mit der Luft gestatten, als Handpuddelöfen, und dadurch eine Beschleunigung des Processes zulassen, so bleiben sie in ihren Leistungen doch weit hinter denen des Bessemerofens zurück und liefern ein

1) B. u. h. Ztg. 1875 (Hartmann).

unreineres, schlackenreicheres Product. Es verlangt jedoch der Bessemerprocess sehr reines Rohmaterial.

Oestlund's Kesselofen.

Oestlund[1]) liess einen mit Eisenfrischschlacke ausgefütterten birnförmigen schräg gestellten Kessel, mit Roheisen und Schlacke versehen und an dem höhern offenen Ende mit Gebläseluft und Kohlenoxydgas gespeist, an einer am tiefer liegenden Ende befestigten Axe rotiren. Es scheinen aber die Versuche nicht beharrlich fortgesetzt zu sein. Zur Beseitigung eines solchen schwerfälligen Mechanismus hat man alsdann in Anwendung gebracht:

Cylindrische Rotatoren. Menelaus' Ofen.

1. Puddelöfen mit rotirendem cylindrischen Herdkörper. Menelaus[2]) zu Dowlais schaltete (1865) nach A. Bessemer's Vorgang (1859) zwischen Fuchs und Rost des gewöhnlichen Puddelofens einen tonnenförmigen, mit Zahnkranz versehenen und auf Gleitrollen rotirenden Herdkörper ein, welcher, die Grundlage der neueren mechanischen Puddelöfen bildend, deshalb nicht zur allgemeinern Geltung gekommen ist, weil Menelaus dem in zu kleinem Massstabe, namentlich mit zu kleinem Roste versehenen Ofen kein dauerhaftes Futter zu geben wusste. Dieses gelang (1871) Danks[3]), indem er dem Ofen ein Doppelfutter gab, zunächst am Eisenmantel aus einem angefeuchteten Gemenge von reichem kieselsäurearmen Eisenerz und gelöschtem Kalk bestehend, auf welches nach dem Austrocknen ein Ueberzug von sehr reichem kieselsäurearmem Eisenerz kommt, dann in dasselbe grössere Erzstücke so eingefügt werden, dass sie etwas aus dem eingeschmolzenen Erzpulver hervorragen. Der Rotationskörper des Ofens befindet sich zwischen einem festen Feuerherd und einer stabilen Esse, mit welcher der Rotator durch einen seitlich verschiebbaren, den Zutritt zum Ofeninnern gestattenden Fuchs verbunden ist. Um die Zugänglichkeit zum Ofeninnern zu erleichtern und an Brennmaterial zu sparen, hat Siemens (S. 268) den mit Bauxit ausgefütterten Rotator mit einer Regenerativgasfeuerung in der Weise an dem einen Ende verbunden, dass an diesem die Gasflamme einströmt, in dem Rotator einen Kreislauf nimmt und die Verbrennungsproducte in den zu den Regeneratoren führenden Canal zurückziehen, welcher eine horizontale Scheidewand hat. Während durch die dadurch gebildete untere Abtheilung Gas und Luft eintreten, ziehen in der oberen die Verbrennungsproducte ab. Das eine Ende des Rotators ist frei und mit einer Thür verschliessbar.

Danksofen. Siemens' Ofen.

Sellers' Ofen.

Von der Siemens'schen Einrichtung weicht diejenige von Sellers[4]) dadurch ab, dass der Rotator mit einer Ponsard'schen Regenerativfeuerung (S. 304) durch einen gemeinschaftlichen Canal für Luft- und Gasaustritt und Eintritt der verbrannten Gase resp. in dessen obere und untere Abtheilung verbunden ist und sich mittelst einer kleinen Dampfmaschine durch eine kleine Auswechselung und ein Zahnrad auf kreisrunden Eisenbahnschienen auch in der

---

1) B. u. h. Ztg. 1861, S. 296; 1865, S. 306. 2) B. u. h. Ztg. 1865, S. 288, 306; 1866, S. 125 (Abbild.); 1867, S. 311. Petzold, Erzeugung d. Eisen- u. Stahlschienen. Braunschweig 1874, S. 28. Bessemer in Mech. mag. 1859, p. 317. 3) B. u. h. Ztg. 1871, S. 81, 452; 1872, S. 55, 70, 130 (Abbild.), 275, 343, 455; 1873, S. 16, 248, 296, 422 (Danksofenhütte); 1874, S. 65, 239, 420. Åkerman, Wien. Ausst.-Ber. 1874, S. 179 (Schwed.). Kärnthn. Ztschr. 1873, No. 3. Polyt. Centr. 1873, S. 851. Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 14, 510; 17, 45, 642; 19, 120 Bodmer, Mittheilungen über das Dankspuddeln, Hft. 1–3, Wien 1873. Rev. univers. 35, 429 (1874). Jordan, Cours de Métallurgie 1874, Taf, 71. Wagner's Jahresber. 1872, S. 59. 4) B. u. h. Ztg. 1874, S. 7, 109. Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 19, 117.

Horizontalebene drehen lässt, wodurch das mit dem Regenerativcanal communicirende Ende dem Arbeiter zugänglich gemacht werden kann. Zapfen, vorderer und hinterer Ofentheil sind zweckmässig durch Wasser gekühlt und die Unterbrechung der Feuerung während des Arbeitens in der Ofenmündung ist durch Anbringung eines passenden Abzuges für die Heizgase während dieser Zeit umgangen.

Bei dem Danksofen ist dieses ohne eine besondere Drehvorrichtung auch möglich und Ziebarth hält es für eine Schwäche des Sellers'schen Ofens, dass die Verbindung zwischen Dampfmaschine und Ofen in jeder Stellung des letzteren aufrecht erhalten werden muss, weshalb auch der horizontal gelagerte Dampfcylinder um den Zapfen des Wagens drehbar, sowie die Dampfleitung in der für diesen Zweck erforderlichen Weise angeordnet sein muss.

Das Ofenfutter bei Sellers' Ofen weicht insofern unvortheilhaft als leichter schmelzbare Masse von dem Danks'schen ab, als das äussere 52 mm. dicke Futter aus 100 Vol. reichem Eisenerzpulver, 20 Vol. hydraulischem Cement und 18 Vol. Wasserglas besteht, welches getrocknet, zur Rothgluth erwärmt und dann mit eisenreicher Schlacke bis zu einer 105 mm. dicken Kruste überschmiert wird. Das innere Futter wird aus sehr reichen Erzstücken gebildet, verbunden durch dazwischen eingeschmolzene eisenreiche Schlacke, und das Ganze mit dieser Schlacke überkleidet. Gurlt[1]) hat schon früher ein Gemenge von Puddelschlacke und Eisenoxyd als Futtermaterial vorgeschlagen.

Werth der Oefen.

Ueber den Werth dieser neueren Rotiröfen liegen, namentlich in Betreff des Danks'schen zum Theil sich noch widersprechende Angaben vor. Dieselben sollen vor den gewöhnlichen Puddelöfen nachstehende Vortheile haben: Ersparung an Arbeitslöhnen und Brennmaterial, etwa 5mal grössere Production, ein billigeres und besseres Product (für 1000 kg. um 25 Frc. billiger), weniger penible Arbeit. Als Nachtheile werden angegeben: grosse Anlagekosten, Nichtanwendbarkeit alter Puddelofentheile, mühsame, kostspielige und häufig zu erneuernde Auskleidung (ein Hauptübelstand), welche um so kürzere Dauer besitzt, je grösser das Verhältniss des Ausbringens zum Einsatze ist, und den Gewinn leicht wieder aufheben kann, endlich die Entstehung nur einer grossen Luppe, in Folge dessen das Erforderniss colossaler Zängevorrichtungen und Walzwerke, bei deren Beschädigung die ganze Fabrikation lahm gelegt ist, wenn man nicht doppelte Maschinen hat (neuerdings hat man statt einer grossen mehrere kleinere Luppen[2]), wie es scheint ohne Erfolg erzeugen wollen, welche minder kräftige maschinelle Vorrichtungen zur Bearbeitung erfordern). Bei der äusseren Abkühlung des Rotators durch Wasser zum Schutze des Futters wird die Luppe leicht so kühl, dass sich die Schlacke nur schwer genügend auspressen lässt, welcher Uebelstand sich z. B. bei dem Dankspuddeln in Gratz herausgestellt hat. Während man mit dem Apparat in England[3]) zeitweilig mehr oder weniger zufrieden war (z. B. zu Ravensdale bei Heath), so hat man ihn neuerdings in Nordamerika[4]) und auch in England auf den meisten Werken wieder beseitigt. Åkerman empfiehlt die Danksöfen statt mit directer mit Siemens'scher Regenerativfeuerung zu versehen, den Rotator mit Bauxit auszukleiden, in denselben flüssiges Roheisen zu bringen, dann in dasselbe reiches Erz und Kohlenklein einzurühren und die grossen Luppen rasch unter kräftigen Dampfhämmern zu zängen. — Crampton's[5]) Rotirofen mit Brennmaterialstaub befeuert, macht in England Fortschritte und soll sich vor Danksöfen auszeichnen durch vollkommneren Mechanismus, bessere Wasserkühlung, vollständigere Phosphorabscheidung und rationellste Ausnutzung des Brennmaterials. — Spencer's

1) B. u. h. Ztg. 1871, S. 167. 2) B. u. h. Ztg. 1873, S. 214; 1874, S. 202. 3) Berggeist 1874, S. 262. Oest. Ztschr. 1874, S. 240. B. u. h. Ztg. 1875, S. 67. 4) Berggeist 1874, No. 22. 5) B. u. h. Ztg. 1871, S. 248; 1873, S. 55; 1874, S. 109, 330, 355; 1875, S. 67. Rev. univers. 1874, p. 448, 449; 1875, Vol. 37, p. 1 (Abbldg). Deutsch. Engineer. 1874, No. 14. Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 19, 122. Iron and Steel Inst. 1874, No. 2, p. 384 (Abbldg).



Ofen[1]) hat einen vierseitigen prismatischen Rotator, dessen Seitenwände aus hohlen eisernen Kästen bestehen, welche nach dem Füllen mit Schlacke und Abkühlen zusammengesetzt werden; es soll ein Zerreissen der Luppe stattfinden, jedoch wohl ohne Regelmässigkeit. — Howson's und Thomas' Ofen[2]) besitzt einen, aus zwei abgestumpften Kegeln bestehenden, zwischen Feuerung und festem Fuchs liegenden Rotator mit zwei gusseisernen Ringen an den Enden, mittelst welcher derselbe auf Frictionsscheiben gleitet, die auf fahrbarem Gestelle ruhen, mit welchem der ganze drehbare Ofen seitlich ausgerückt werden kann. Die Ofenform soll das Futter haltbarer machen und den Herdeinbau in alte Oefen gestatten. — Bei Bodmer's Apparat[3]) geht flüssiges Roheisen zunächst zwischen gekühlte Walzen, wobei Oxydationsproducte eingemengt werden, und gelangt dann behuf des Frischens über geheizte, terrassenförmig unter einander aufgestellte rotirende Cylinder.

Scheibenförmige Rotatoren.

2. Scheibenförmige Rotatoren. Dieselben gestatten die Nutzung alter Puddelöfen, deren fester Herd durch einen mobilen ersetzt wird, sowie die Erzeugung mehrerer kleinerer unter gewöhnlichen Zängevorrichtungen zu behandelnder Luppen bei Ersparung von Arbeitslöhnen und Brennmaterial.

Nach Art der Röstöfen von Brunton und Hinterhuber, sowie der Rotirherde bei der Aufbereitung construirte Oefen mit an einer verticalen Axe in der Horizontalebene rotirendem kreisrunden Herd (z. B. von Williams und Bedson[4]), Ehrenwerth[5]), Riley und Henley[6]), Masion[7])) haben neben den Vortheilen anderer Rotiröfen (billigere Erzeugung, grössere Production, Unabhängigkeit von den Arbeitern) manche Nachtheile der Puddelmaschinen (Erforderniss grauer Roheisensorten und von Handarbeit beim Luppenmachen); leichtes Verziehen der eisernen Bewegungstheile und grosser Kraftaufwand sind fernere Uebelstände.

Pernot's Ofen.

Diese Uebelstände hat Pernot[8]) in seinem Ofen mit geneigtem rotirenden, auf einem Wagen ruhenden und somit leicht auszuwechselnden Herd mit bestem Erfolge zu beseitigen gesucht.

Pernot's Ofen (Fig. 164, 165). *a* kreisrunder Herdboden mit verzähnter Kranzleiste *b* am Rande, welche die Lager für mehrere Gleitrollen *c* trägt. *d* Drehaxe im Centrum des Bodens. *e* Eisenplatte, gleich dem Herdboden geneigt, auf einem Wagengestell mit zwei Paar Rädern *f* von ungleichem Durchmesser, erstere mit der ringförmigen Laufbahn *g* für die Gleitrollen *c* und mit dem Lager *h* für die Drehungsaxe *d* versehen. *i* Eisenbahn, auf welcher der Wagen nebst Herdboden auf der hinteren Seite des Ofens ein- und ausgeschoben werden kann. *k* Schraube ohne Ende, welche in die Verzahnung der Kranzleiste *b* eingreift, erstere durch Riemenbewegung zur Rotation gebracht. *l* Herdauskleidung, aus Eisenoxyd und Puddelschlacken in verschieden grossen Stücken, 5–6 cm. dick in dem aus vernietetem Eisenblech hergestellten Herd nebst Seitenwänden. *m* Feuerungsraum. *n* Aschenfall. *o* Fuchs. — Ein ähnlicher Ofen ist Bonsfield[9]) patentirt und schon früher von Maundslay[10]) angegeben. Bei diesen hatte die Vereinigung der rotirenden Sohle mit den Herdwänden besondere Schwierigkeiten, welche von Pernot hauptsächlich durch Anwendung von erhitztem Unterwind beseitigt sind. Pernot's Ofen hat die grösste Zukunft.

Schwingöfen.

3. Schwingende Puddelöfen.[11]) Bessemer hat einen solchen zur Vorbereitung schlechten Roheisens zum Bessemern vorgeschlagen,

1) B. u. h. Ztg. 1872, S. 276. Ztschr. d. Ver. d. Ing. 19, 118 (Abbldg.). Petzold, Erzeugung v. Eisen- u. Stahlschienen S. 28. 2) B. u. h. Ztg. 1872, S. 235, 277. Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 19, 120 (Abbldg). 3) B. u. h. Ztg. 1872, S. 100. 4) B. u. h. Ztg. 1866, S. 311; 1875, S. 32. 5) B. u. h. Ztg. 1874, S. 9, 109. 6) Oest. Ztschr. 1874, S. 240. B. u. h. Ztg. 1875, S. 32. 7) Deutsch. Engineer. 1874, Bd. 2, No. 8. 8) Oest. Ztschr. 1874, S. 240. B. u. h. Ztg. 1874, S. 201, 470; 1875, S. 126. Iron and Steel Inst. 1874, No. 1, S. 143. Ann. d. min. 1874, T. 6, p. 67. Stummer's Ingenieur 1875, No. 57 (mit Abbildungen, aus Rev. univers. 1874, Bd. 36, p. 487). Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 19, 124. 9) B. u. h. Ztg. 1874, S. 166. 10) Specific. 1858, No 1436 v. 25. Juni. 11) B. u. h. Ztg. 1867, S. 59.

wobei ersteres bis zu einem gewissen Grade verfrischt, dann mit grauem Roheisen im Cupoloofen auf Bessemerroheisen verschmolzen wird.

Fig. 164.

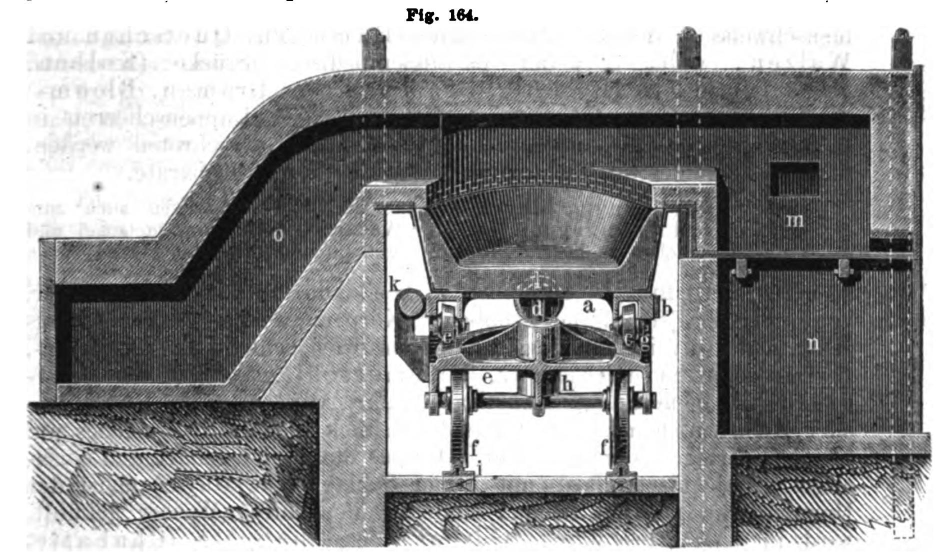
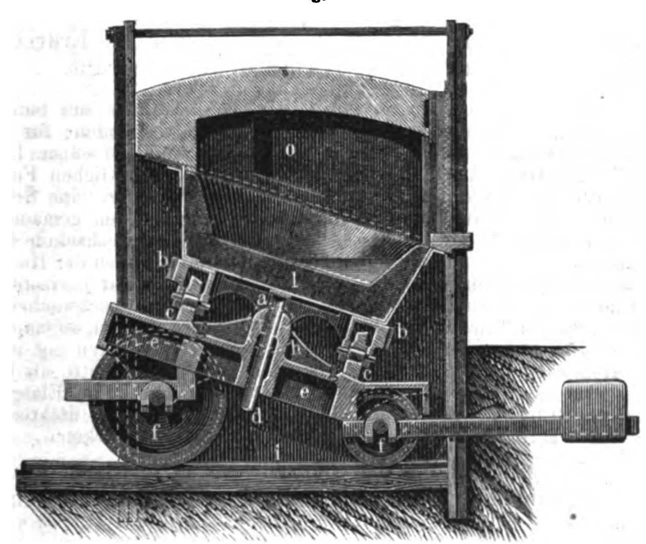


Fig. 165.



II. Zängevorrichtungen.

73. Zweck der Zängevorrichtungen.[1]) Das Zängen bezweckt eine Abscheidung der in den Luppen (Deulen, Dacheln) Zängevorrichtungen.

1) Bullet. de la soc. de l'ind. minér. 1, 215; 2, 342. Gruner et Lan, État présent etc. p. 481. Kerl, Met. 3, 514. Stalsberg in B. u. h. Ztg. 1868, S. 222. Jordan, Cours de Métallurgie 1874, Taf. 72 u. 73.

eingeschlossenen sehr gaaren Schlacke (Stockschlacke, Schwahl, Schwall), welche auf Kosten der vom Frischen her noch vorhandenen Wärme hinreichend flüssig bleibt, sowie ein Dichten (Zusammenschweissen) der Eisentheile unter Hämmern, Quetschen und Walzen, wobei entweder parallelepipedische Stücke (Kolben, Masseln) oder flache Kuchen (Brammen oder Bramen, Blooms) entstehen, welche wohl mittelst Setzeisens oder Luppenscheeren in kleinere Stücke (Schirbel beim Herdfrischen) zerschroten werden. Schwere Hämmer sind wirksamer, als die übrigen Apparate.

Ausser zum Zängen dienen einzelne dieser Vorrichtungen auch zum Schweissen und Formgeben (Hämmer, Walzen, hydraulische Quetsche) und sollen dieselben schon in diesem Abschnitte mit aufgeführt werden.

Wirkung u. Construction.

74. Hämmer.[1]) Dieselben wirken dadurch, dass ein schwerer, von einer Kraftmaschine gehobener Körper, welcher entweder als Hammerkopf im Kreisbogen an einem Stiele schwingt (Schwung-, Helm- oder Stielhämmer, Hammerschläge) oder als Fallblock in einem Rahmen vertical geführt wird (Fall-, Rahmen- oder Rammhämmer), auf das Eisenstück niederfällt, welches auf einer Unterlage (Ambos) ruht. Der aus Stahl oder gehärtetem Gusseisen bestehende Ambos, mit seiner Schlagfläche (Bahn) meist der Hammerbahn parallel liegend und zuweilen durch Wasser gekühlt, wird in eine Einsenkung (Gesenk) der Chabotte (Chabatte, Chanatte)[2]), eines einzigen, seltener aus Theilen zusammengesetzten massigen Gusseisenstücks festgekeilt (durch hydraulischen Druck auch wohl beliebig zu stellen), welches wieder auf dem ins Erdreich mehr oder weniger tief eindringenden Hammerstocke ruht.

Als Hammerstock dienen für ganz leichte Hämmer mit Sand gefüllte Fässer, mit dem Fundament des Hammergerüstes wohl verbunden; für mittlere Hämmer hartes Hirnholz von $^3/_4$—1 m. Durchmesser und 2.5—3 m. Länge, gewöhnlich mit einer Holzschwellenschicht auf dem gemeinschaftlichen Fundamente ruhend; für grössere Hämmer, namentlich Dampfhämmer, eine Schicht aufrecht stehender Hölzer auf dem Boden oder auf einem festen gemauerten oder einem Pfahlrostfundament; für die grössten Hämmer[3]) abwechselnde Lagen von Holzwerk und Gusseisen, und zwar in den beiden letzteren Fällen der Hammerstock vom Fundamente des Hammergerüstes getrennt. Da Hölzer mit horizontal liegenden Fasern zu grosse Elasticität schaffen, also den Schlag abschwächen und das Dirigiren des Schmiedestückes für die Arbeiter sehr erschweren, so empfiehlt sich bei Felsgrund stets ein aufrecht gestellter, aus mehreren Stücken gut zusammengebundener Holzstock für die recht schwer zu nehmende Chabotte als Unterlage. Fundamente blos aus Eisen oder Steinen besitzen fast gar keine Elasticität und führen leicht zu Brüchen. — Schwere Hämmer geben reineres, dichteres Eisen, als leichte, sowie geringeren Abgang beim Schweissen und Recken.

Verhältniss zwischen Fallgewicht u. Chabottengewicht.

Die lebendige Kraft des Hammers — zu vergrössern durch Vermehrung der Hubhöhe, durch Gegendampf u. s. w. mit der Grösse

---

1) v. Hauer, die Hüttenwesens-Maschinen 1867, S. 153. Berggeist 1860, S. 605. London Ausst.: Polyt. Centr. 1863, S. 714. Kerpely, Fortschr. 2, 187; 3, 178; 4, 182; 5, 196; 6, 189; 7, 266. Wien. Ausstellung: Polyt. Centr. 1873, S. 1132. Jordan, Cours de Métallurgie 1874, Taf. 61 (Aufwerfhammer u. s. w.), 84 (Dampfhämmer), 140 (Stahlhämmer). Karmarsch, mech. Techn. 1875, 5. Aufl. 1, 169. Oest. Jahrb. Bd. 21, Hft. 4 (Wien. Ausst.).

2) Guss grosser Chabotten: Rittinger's Erfahr. 1867 (Schmidhammer und Schwarz). Wagner's Jahresber. 1873, S. 64 (Ledebur). B. u. h. Ztg. 1874, S. 1 (Jossa).

3) Grosse Hämmer: B. u. h. Ztg. 1865, S. 432; 1867, S. 177; 1874, S. 1, 38. Polyt. Centr. 1874, S. 820. Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1865, S. 622; 1867, S. 355. Kerpely, Fortschr. 4, 191; 7, 268. Eng. and Min. J., New-York 1872, No. 10. Tunner, Russl. Montanind. S. 179.

der Luppen beim Dichten mehr als beim Zängen, bei Stahl mehr als bei Eisen, in geringerer Hitze mehr als bei grösserer — muss, um einer schädlichen Erschütterung der Umgebung[1]) entgegenzuwirken, in einem gewissen Verhältniss zum Gewicht von Ambos, Chabotte und Hammerstock stehen.

Bei lockerem Boden Gewicht der drei letzteren für kleine Reckhämmer das 2fache, für kleine Zängehämmer das 5fache, für grössere das 8–10fache, bei Steinboden das 20—30fache des Fallgewichtes mit zweckmässiger Isolirung des Fundaments durch einen aus Spundwänden gebildeten ringsherum laufenden Hohlraum.

Die Auswahl der Hämmer richtet sich hauptsächlich danach, ob langsame Schläge von grosser Intensität (Rahmenhämmer, Stirnhämmer) oder raschere und weniger starke Schläge zu geben sind (Aufwerf-, Schwanzhämmer u. s. w.), ob die Hämmer blos zum Zängen (Zänge-, Luppen-, Brammenhämmer) oder auch zum Dichten und Schmieden angewandt werden sollen u. A. Auswahl d. Hämmer.

A. Stielhämmer.[2]) Dieselben dienen meist beim Herdfrischen zum Zängen der Luppe und zum Ausschmieden der Schirbel, seltener beim Puddeln, werden häufiger durch Wasser-, als durch Dampfkraft bewegt und sind in hölzernen oder eisernen Gerüsten angeordnet, welche Drehaxe und Reitel tragen. Je nach dem Angriffspunkte der hebenden Kraft auf den um eine Drehungsaxe sich bewegenden Stiel (Helm) von 3.5—4.8 m. Länge unterscheidet man Stirnhämmer (Angriffspunkt vor dem Hammerkopf), Aufwerf- und Brusthämmer (Angriffspunkt zwischen Hammerkopf u. Drehaxe) und Schwanzhämmer (Angriffspunkt hinter der Drehaxe). Stielhämmer.

Bezeichnet G das Gewicht des ganzen Hammers sammt Helm und h die Hubhöhe oder Fallhöhe seines Schwerpunktes, so besitzt der Hammer im Momente des Auffallens eine lebendige Kraft $L = Gh$. Wenn H die Hubhöhe des Hammerkopfes, resp. s und S die Entfernungen des Schwerpunktes des ganzen Hammers und des Hammerkopfes von der Drehungsaxe, so ist $\frac{h}{H} = \frac{s}{S}$ oder $h = H\frac{s}{S}$, daher auch die lebendige Kraft $L = GH\frac{s}{S}$. Danach muss bei gleichem Werthe von $\frac{s}{S}$ ein Hammer von kleinerer Hubhöhe H ein grösseres Gewicht haben und umgekehrt. Da G bei gleicher Hubhöhe H proportional dem Werthe $\frac{s}{S}$ ist, so kann G um so kleiner sein, je näher der Schwerpunkt dem Hammerkopfe liegt. Schwerere Hämmer construirt man meist als Stirn- und Brust-, mittelleichte als Aufwerfhämmer, die leichtesten mit schnell aufeinanderfolgenden Schlägen als Schwanzhämmer, welche wegen grossen Druckes auf den Drehungszapfen unter sonst gleichen Umständen den grössten Effectverlust durch Reibung erleiden, aber für die Arbeiter am besten zugängig sind, weniger die Aufwerf- und am wenigsten die Stirnhämmer. Zur Verkürzung der Schlagdauer (Fallzeit) durch Begrenzung des freien Hubes dient eine Prellvorrichtung (Reitel), gegen welche der Hammerhelm nach dem Verlassen des Hebedaumens schlägt. Während der Reitel bei den schweren Brust- und Stirnhämmern mit grösserer Schlagdauer fehlt, findet er sich an Aufwerf- und Schwanzhämmern bei ersteren oberhalb des Helmes, bei letzteren als Prellklotz unter dem Schwanz.

---

1) Pressung des Erdbodens: Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 10, 45. 2) Tunner, Stabeisen- u. Stahlbereitung 1, 63. Kerl, Met. 3, 463, 606. Oest. Ztschr. 18 8, No. 8.

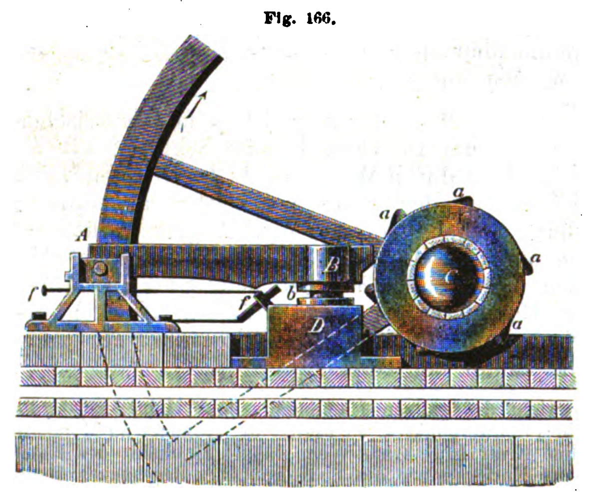
Zahl und Stärke der Schläge regulirt man durch die Umdrehungsgeschwindigkeit der Betriebswelle.

Seltener beim Puddeln, als beim Herdfrischen verwendet man die Stielhämmer und zwar die schweren Stirn- und Brusthämmer meist nur zum Zängen (wo sie dann in Oesterreich den Namen Patschhämmer führen), seltener zum Schmieden und zur Formgebung, wozu meist Aufwerf- und Schwanzhämmer dienen. Doch können erstere gleichzeitig auch zum Zängen dienen. Erforderliche Betriebskraft 12—24 Pferdekraft.

Beispiele. Stirnhämmer.

1. Stirnhämmmer (Fig. 166). *A* Drehpunkt des hölzernen oder eisernen Hammerhelms. *B* Kopf desselben, durch die Däumlinge *a* einer rechtwinklig zum Helm liegenden Wasserwelle *C* mit Schwungrad gehoben. *D* Chabotte mit Ambos *b*. Hammer, Stiel u. Drehaxe häufig aus einem Stück Gusseisen von 4000 bis 6000 kg. Gewicht, Kraftbedarf 12 bis 18 Pferdekraft, Hubhöhe 30—52 cm., 70 bis 90 Schläge pro Min. Ohne Reitel.

Fig. 166.



Aufwerfhämmer.

2. Aufwerfhämmer (Fig. 167, 168). *a* dem Helm parallel laufende Wasserradwelle mit Däumlingen (Fröschen) *b* zum Heben des Hammerhelms bei *c* in ²/₃ der Helmlänge vom Drehpuncte. *d* Hammerkopf von Schmiedeeisen mit verstählter Bahn oder ganz aus Stahl, mit dem Auge auf den Helm gekeilt. *e* Ambos. *f* Chabotte. *g* Reitel- oder Hintersäule. *h* Mittel- oder Büchsensäulen, in



Fig. 167

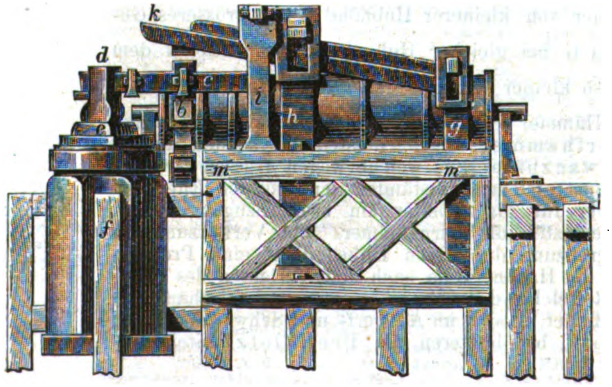
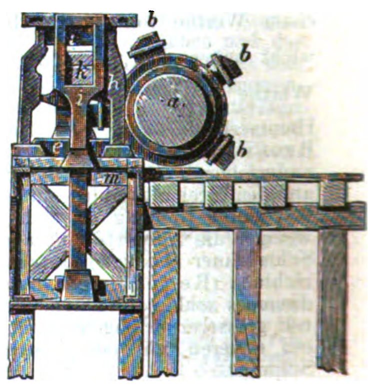


Fig. 168.



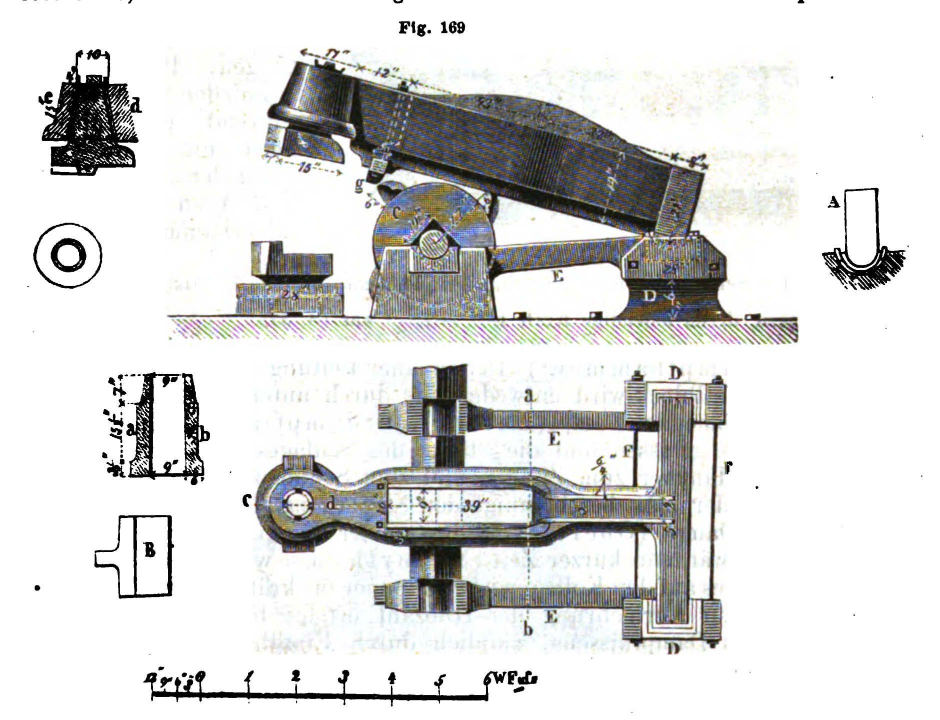
welchen sich die Zapfen der den hölzernen Helm aufnehmenden eisernen Hülse drehen. *i* Vordersäulen. *k* Reitel. *m* Hammergerüst. Gewicht des Hammerkopfes meist 200—500 kg., zum Schmieden grosser Stücke 2000—4000 kg., Hubhöhe 40

bis 50, selten bis 65 cm. Anzahl der Schläge pro Min. 80—100, kleine Hämmer bis 160. Wirkungsgrad etwa 0.8. — Modificationen an Aufwerfhämmern: Hammerkopf von Gussstahl [1]), blecherne Helme [2]), künstliche Helmköpfe [3]), Wasserkühlung [4]), Combination 4 horizontal und vertical wirkender Hämmer [5]), gusseiserner Hammerkopf mit schmiedeeiserner Oehrausfütterung [6]), mehrtheiliger Hammerkopf und gegabelter Helm. [7]) Davie's Dampfzuschlagshammer lässt leicht jede beliebige Neigung der Schlagrichtung zu.

Brusthämmer.

3. Brusthämmer, von Aufwerfhämmern nur durch die fehlende Rückprellung unterschieden; Hammer, Stiel und Drehungsaxe meist aus einem einzigen Stücke Gusseisen angefertigt (Fig. 169). *D* Ständer, durch Arme *E* und Schliessen *F* verbunden, mit den halbcylindrischen Drehungsaxen *A*. *B* Bahn des Ambosskernes, als Schmiedhammer vorgerichtet. *C* Paukenwelle mit Hebeköpfen.

Fig. 169



g Streichplatte für den Angriff der Hebeköpfe. Gewicht des Gussstückes 4000 bis 4500 kg., für Kleinbetrieb Hammerkopf 750—1250 kg. mit 3.8—4.7 m. langem Holzstiel, Hubhöhe 30—50 cm., Anzahl der Schläge pro Min. 70—90.

Schwanzhämmer.

4. Schwanzhämmer [8]) (Fig. 170). *A* Ambosstock mit Ambos *a*. *B* gegen den Helm rechtwinklig liegende Betriebswelle mit den Druckdaumen (Ertel), welche den Schwanz *D* gegen den darunter befindlichen Prellklotz *A*[1] schlagen. *b* Hammerkopf von 50—750 kg. Gewicht, gewöhnlich 200—300 kg.; Hubhöhe 25 bis 60 cm., Anzahl der Schläge 100—300 pro Min. Motoren: Wasserräder, Turbinen und Dampfmaschinen. — Davies' drehbarer Schwanzhammer [9]) führt Schläge nach verschiedenen Richtungen, doch stets gegen die Ambosbahn.

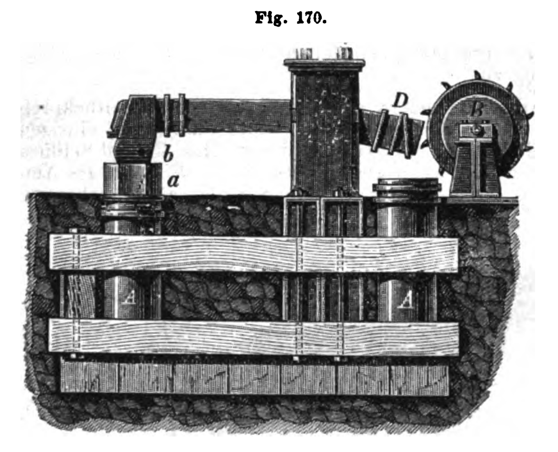
---

1) Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 3, 206. 2) Berggeist 1860, S. 606. 3) Rittinger's Erfahr. 1858, S. 23. 4) B. u. h. Ztg. 1859, S. 464. 5) Berggeist 1856, S. 217. 6) Dingl. 129, 195. 7) Serlo, Bergbau u. Hüttenwesen auf der Wien. Ausst. Wiener officieller Ber. Wien 1868, S. 165. 8) Rittinger's Erfahr. 1855, S. 22; 1861. B. u. h. Ztg. 1863, S. 94. 9) Oest. Jahrb. Bd. 21, Heft 4 (v. Hauer). Kerpely, Fortschr. 6, 190.

Fall-hämmer.

B. **Fall- oder Rahmenhämmer.** Je nachdem der Fallklotz (Fallblock, Bär) durch Dampf, comprimirte Luft, hydraulischen Druck oder feste Maschinentheile (Daumen, Kurbeln, Frictionsscheiben) gehoben wird, unterscheidet man Dampf-, pneumatische, hydraulische, Daumen-, Kurbel- und Frictionshämmer, von denen die ersten zum Zängen, Dichten und Schmieden sich eignen, während die übrigen meist nur zum Ausschmieden verwandt werden. Auch sind Schiesspulverhämmer empfohlen.[1])

Fig. 170.



Die Schläge einer Ramme sind bei gleichem Gewichte kräftiger als bei Stielhämmern, deren lebendige Kraft $L = GH \frac{s}{S}$ war (S. 313).

Dampf-hämmer.

1. **Dampfhämmer.**[2]) Der in einer Leitung des Hammergerüstes geführte Fallblock wird entweder nur durch unter einem Kolben ein- und ausströmenden Dampf (Unter-, Hebedampf) abwechselnd gehoben oder fallen gelassen und die Stärke des Schlages nach der Hubhöhe regulirt (Hämmer zum Zängen und zum Schmieden kleinerer Eisenmassen) oder man beschleunigt den Niedergang durch Zuleitung von frischem Dampf (Ober-[3]), Gegen- oder Druckdampf), welcher dann nur während kurzer Zeit (Nasmyths u. s. w.) oder während des ganzen Falles auf den Kolben wirkt (Hämmer für kräftigere Schläge). Die Prellung zur Vermehrung der Hubzahl erfolgt besser durch Erzeugung eines Dampfkissens, nämlich durch Einführung eines Theiles des abgehenden Dampfes als Gegendampf, als durch Federn. In der Regel arbeiten die Hämmer mit Expansion des Hebedampfes, indem die Einströmung unter den Kolben früher (bei $^2/_5$—$^3/_5$ des Hubes) gesperrt wird, als die Ausströmung beginnt. Auch der Druckdampf kann mit Expansion arbeiten. Die Steuerung[4]) zerfällt in eine innere (Schieber, Ventile, Hähne, Kolben) und eine äussere (Hand- und selbstthätige Steuerung); die Handsteuerung kommt besonders in Anwendung, wo Art und Zeit des Schlages sehr wechseln (Zängen und Dichten), die selbstthätige Steuerung da, wo der Schlag mehr gleich bleibt (Schmieden kleinerer Stücke[5]), bei grösseren Hand-

---

1) B. u. h. Ztg. 1871, S. 184. 2) Kerl, Met. 3, 515. v. Hauer, Hüttenwesens-Maschinen S. 183. Polyt. Centr. 1873, S. 1132, 1322. Oest. Ztschr. 1868, No. 32, 33, 36. Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 12, 789. Geschichtliches: Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1868, S. 789. Karmarsch, Gesch. d. Technologie 1872, S. 263. Kärntbn. Ztschr. 1874, S. 338, 361 (Rheinland-Westphalen). Befestigung von Dampfhammerkolben in Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 19, 39. Dingl. 215, 101 (Sellers' Hammer nach System Morrison). 3) Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 14, 94. 4) Kerpely, Fortschr. 7, 270. Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 18, 493. 5) Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 17, 483.

steuerung. Für Hand- und selbstthätige Steuerung ist z. B. Sellers' Hammer[1]) eingerichtet.

Die ältesten Projecte von Dampfhämmern von Watt (1784) und Deverell (1806) sind nicht zur Ausführung gediehen; praktisch wurde zuerst (1838) von Nasmyth das Princip durchgeführt, den Fallbock *b* (Fig. 171) mit der Kolbenstange *e* eines auf dem Hammergerüst *g* stehenden Cylinders *c* direct zu verbinden und durch Ein- und Ausführung von Dampf unter den Kolben denselben und damit den Block abwechselnd zu heben und auf den Ambos *a* fallen zu lassen. Dieses Princip ist mannigfach variirt worden. — Zur Verminderung der starken Erschütterungen, welche Kolben und Kolbenstange bei dieser Einrichtung erleiden, verwendet Condie (Fig. 172) den Dampfcylinder als Fallblock und verbindet die hohle Kolbenstange, durch welche der Dampf in den Cylinder gelangt, fest mit dem Hammergerüst (1846).

Fig. 171.

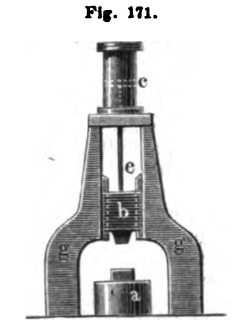
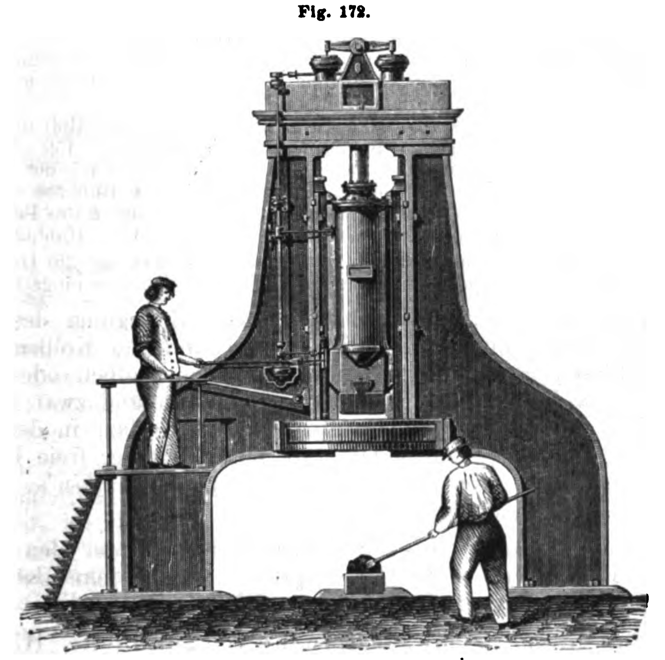


Fig. 172.



Letztere Hämmer brauchen mehr Dampf als erstere, lassen sich schwieriger repariren und die Steuerung ist minder einfach.

Während ältere Dampfhämmer mit dünner Kolbenstange (von $^1/_{12}$—$^1/_5$ des Cylinderdurchmessers) versehen waren, so hat man Hämmer mit dicker Kolbenstange.

1) Polyt. Centr. 1874, S. 496.

derselben bei neueren Constructionen einen grösseren Durchmesser ($^1/_2$—$^5/_8$ des Cylinderdurchmessers) gegeben (Hämmer von Türck, Farcot, Daelen u. s. w.), wobei man in Folge der Verschiedenheit in der Grösse der Druckflächen im Hebedampfraum beständig gespannten Dampf erhalten und die Bewegung des Hammers durch Zu- und Ableitung von Gegendampf bestimmen kann, auch grössere Stabilität des Hammers, allerdings bei schwierigerer Liderung erzielt.

Beispiele. Bei Daelens' Hammer mit expandirendem Oberdampf wird zur Hebung des Hammers frischer Dampf unter dem Kolben zu-, und der verbrauchte Dampf über demselben abgeleitet; zur Bewirkung des Niederganges setzt man die beiden Cylinderenden in Communication, wodurch beiderseits vom Kolben die gleiche Spannung entsteht, der Niedergang bei der grösseren oberen Kolbenfläche beschleunigt wird, der Dampf aber mit Expansion wirkt, indem das freie Cylindervolum sich durch den Austritt der Kolbenstange vergrössert.

Ramsbottom's horizontaler Hammer[1]) hat zwei Hammerblöcke, welche auf Rädern ruhend, in horizontaler Richtung auf das dazwischen liegende Schmiedestück schlagen. Dieselben bedürfen nicht der theuren Fundamentirung und Chabotten, erfordern weniger Arbeitspersonal und Reparaturen als verticale Hämmer und arbeiten ebenso schnell, erfordern aber bei grösserer Reibung mehr Dampf, die durch den freien Fall zunehmende lebendige Kraft wird nicht ausgenutzt und ein gleichzeitiges Anschlagen beider Theile ist schwierig zu bewerkstelligen. Bei Thal's Pendelhammer[2]) schmiedet man ohne Ambos von zwei Seiten. Massey's Dampfhammer[3]), wegen Einfachheit, Dauerhaftigkeit und Präcision der Steuerung in England vielfach und auch in Deutschland in Anwendung, gehört zu den Schnellschlägern (200 - 300 Hübe pro Min), ist mit Hand- und Selbststeuerung versehen und für Oberdampf eingerichtet.

Luppenhämmer: 1500—2500 kg. Gewicht bei 1—1.25 m. Hub und 60 bis 80 und nicht über 200 Schlägen pro Min.; Schmiedehämmer: 150—10000 kg. Fallgewicht bei 1.25—2 m. Hubhöhe und 60—400 Schlägen je nach der Hammerschwere; Dichthämmer: 5000—50000 kg. Gewicht, bis 3 m. Hubhöhe und nicht über 200 Hüben. 1 Dampfhammer genügt zum Zängen für 5—8 Puddelöfen. Fallgewicht circa das 10fache des zu schmiedenden Paquetes. Hubhöhe durchschnittlich $0.026 \sqrt{G}$, wenn G das Fallgewicht in kg. Man hat die Dampfhämmer wohl in Schnell-, Luppen-, Brammen- und Schmiedehämmer eingetheilt.[4])

Pneumat. Hämmer. 2. Pneumatische Hämmer[5]). Die Bewegung des durch eine Kolbenstange mit dem Fallblock verbundenen Kolbens kann durch Einblasen comprimirter Luft unter den Kolben oder durch Aussaugen von Luft über dem Kolben geschehen und zwar letzteres durch einen von der Kurbel bewegten zweiten Kolben in demselben Cylinder. Durch comprimirte Oberluft lässt sich der freie Fall beschleunigen (Hämmer von Cowans, Soutter's, Walton's, Grimshaw, Lindahl und Runer).

Hydraul. Hämmer. 3. Hydraulische oder Oelhämmer.[6]) Unter den Kolben wird eine Flüssigkeit, z. B. Oel, gepresst, welche man dann ausfliessen lässt (Hämmer von Guilemin und Minary, von Fairbairn).

Stempelhämmer. 4. Durch feste Maschinentheile gehobene Hämmer (Stempelhämmer) und zwar Daumenhämmer[7]), bei welchen ein mit dem Fallblock versehener Stempel durch Daumen einer durch

---

1) B. u. h. Ztg. 1868, S. 34. Oest. Jahrb. 13, 75. 2) B. u. h. Ztg. 1870, S. 308. 3) Dingl. 218, 286. 4) Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 14, 94. 5) Hartmann, Fortschr. 6, 239. Preuss. Ztschr. 1867, S. 220. v. Hauer c. l., S. 229. Rev. univers. 10. an. livr. 2 de 1866, p. 356 (Grimshaw). Preuss. Ztschr. 15, 220 (Lindahl). 6) B. u. h. Ztg. 1856, No. 50. Polyt. Centr. 1862, S. 647. v. Hauer c. l. S. 228. 7) v. Hauer c. l., S. 177. Hartmann, Fortschr. 3, 193. B. u. h. Ztg. 1863, S. 95. Rittinger's Erfahr. 1861.

Riemenscheiben getriebenen Welle gehoben und zur Prellung gegen Gummikissen oder Federn geschleudert wird (Hämmer von Schmerber[1]), Froming, Waterhouse, Winton, Schwind, Peer u. s. w.). — Kurbelhämmer[2]), verbunden mit Prellung durch comprimirte Luft, welche in einem mit Einlassventil versehenen Cylinder durch den am obersten Theile des Hammerstempels befindlichen Kolben gebildet wird, werden mittelst einer Kurbel angehoben, welche den Stempel am höchsten Punkte verlässt (Hammer von Darrien). — Bei Riemenhämmern[3]) ist der Fallblock mittelst Riemens, Kette oder Seiles an einer auf einer Welle befestigten Scheibe aufgehängt (Hutton's Hammer). — Frictionshämmer[4]) haben einen an einer Stange befestigten Fallklotz, welch erstere zum Heben des letzteren zwischen zwei Rollen eingeklemmt wird, deren eine man in Rotation versetzt (Hämmer von Manhardt, Kitson, Merrill, Keehnie, Eassie). — Federhämmer[5]) in einem Gestell an einer Axe beweglich, werden durch Auftreten auf ein Trittbrett gehoben und der Schlag wird dem Hammer durch Federn ertheilt. Dieselben geben nach Schuchart grossen Nutzeffekt bei intensiven Schlägen und offener Lage sämmtlicher Constructionstheile.

Von allen diesen Hämmern hat der Dampfhammer den Vorzug wegen willkürlicher Regulirung des Hubes, der Kraft und Zahl der Schläge, Erfordernisses eines verhältnissmässig kleinen Raumes, Verminderung des Stosses beim Anhub, Wegfall einer Transmission zwischen Arbeits- und Kraftmaschine, Erzielung grosser und kleiner Leistungen.

75. Quetschen.[6]) Dieselben für Puddelluppen meist nur in Anwendung und bei allmälig steigendem Drucke arbeitend, geben weniger Verlust an Metall, welches unter dem Schlage des Hammers mit der Schlacke umherfliegt, sind frei von Stössen, ohne Geräusch und Gefahr für die Umgebung, erfordern minder geschulte Arbeiter, keinen so kostspieligen Unterbau, wie Dampfhämmer, und gewähren bei geringeren Anlags- und Unterhaltungskosten eine grössere Production. Dagegen ist die Sicherheit des Auspressens der Schlacke eine mindere und es fällt das bei Hämmern für ein schlechtes (roh-, roth- und faulbrüchiges) Eisen charakteristische Kennzeichen des Zerbröckelns meist fort (in Luppenmühlen kann auch ein Zerbröckeln stattfinden). Vergleichung mit Hämmern.

Das Zusammendrücken der Luppen geschieht entweder unter scheerenähnlich wirkenden Apparaten (Luppenquetschen, Alligatoren, Krokodile, Sqeezer), zwischen rotirenden Körpern mit sich allmälig verengerndem Hohlraum (Luppenmühlen) oder unter einem hydraulischen Kolben (Presshämmer). Während erstere beiden Apparate nur zum Zängen dienen, so verwendet man letztere meist nur zur Formgebung für gewisse Arten von in Gesenken zu pressenden Artikeln. Constructionen.

---

1) B. u. h. Ztg. 1868, S. 33. Oest. Ber. über die Pariser Weltausst., Bergbau u. Hüttenwesen, Wien 1868, S. 165. 2) v. Hauer c. l., S. 180. 3) v. Hauer c. l., S. 182. Rev. univers. 1, 189. 4) v. Hauer c. l., S. 181. Polyt. Centr. 1855, S. 466. Dingl. 156, 16; 213, 11. 5) Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 18, 472. Polyt. Centr. 1873, S. 1445. Berggeist 1874, No. 40. Dingl. 195, 519; 196, 303. Oest. Jahrb. Bd. 21, Heft 4 (Federhämmer von Schwabe u. Honer). Dingl. J. 214, 429 (Hämmer von Shaw u. Palmer). 6) v. Hauer, Hüttenwesensmaschinen S. 231.

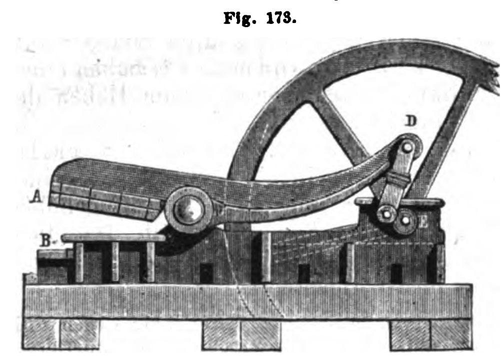
Luppenquetschen.

1. Luppenquetschen.[1]) Man unterscheidet einfach und doppelt wirkende und wendet namentlich letztere noch häufig in England[2]) für Massenproduction an, wenn die Luppen rein genug sind, um zur Noth die energische Action des Dampfhammers entbehren zu können, oder bei Fabrikation ordinären Eisens, welches die Schläge des Hammers nicht verträgt.

Beispiele.

Einfach wirkende Quetsche (Fig. 173). *A* und *B* scheerenartig verbundener Schenkel aus Guss-, seltener Schmiedeeisen, letzterer fest und durch Wasser gekühlt, ersterer an seinem verlängerten Schenkel meist mittelst Kurbel *D* an der Welle *E* (Winkelhebelquetsche), seltener durch ein Excentric oder durch von Hand gesteuertem, viel Dampf und Kraft erfordernden Dampfcylinder (Cingleur d'Anzin) bewegt und unterwärts mit einer leicht auszuwechselnden, zuweilen gefurchten Platte aus Stahl oder Hartguss versehen. Zum aufrechten Zusammenpressen (Stauchen) der in Kolbenform gebrachten Luppe hat die Unterlage 2 Stufen. Oscillationen pro Min. 40—90, Kraftbedarf 8—10 Pferdekraft für eine 10—16 Puddelöfen bedienende Quetsche, Quetschdauer 1 Min.

Fig. 173.



Doppelt wirkende Quetsche. Das in der Mitte gelagerte Gussstück bearbeitet zwei Luppen wiegenartig und der eine entsprechend verlängerte Backen trägt an einem Ende den Bleuel der unter der Hüttensohle disponirten Kurbelwelle.

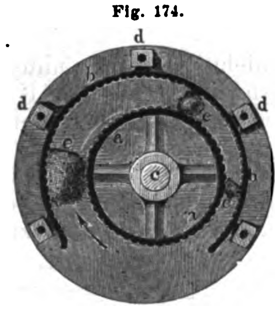
Luppenmühlen.

2. Luppenmühlen[3]). Dieselben, horizontal oder vertical gestellt, arbeiten rascher als die Quetschen, erfordern weniger Handarbeit und veranlassen ein Abbröckeln schlechten Eisens, arbeiten jedoch ungleichmässig, indem grosse Luppen stärker gepresst werden, als kleinere, und das umgehende Zeug wird von der ausgepressten Schlacke leicht verunreinigt und beschädigt.

Beispiele.

Vertikale Luppenmühle (Fig. 174). *c* eiserne Welle mit Walze *a* von 1.726 m. Durchmesser und 0.785 m. Breite und darauf geschobenem gerippten Belag. *b* excentrischer Mantel aus 4 gerippten, in den Gerüstböcken *d* befestigten Stücken. Zwischenraum zwischen den beiden Zapfenlagergerüsten 0.899 m., welcher in der ersten Hälfte der excentrischen Wand durch zwei platt eingelegte und sich verjüngende Gussstücke verengert wird, damit die eingebrachte noch rauhe unregelmässig geformte Luppe *e* zusammengehalten (gestaucht) wird und sich nicht zu sehr ausbreitet. 25 Umläufe pro Min., 10—12 Pferdekraft für eine 12—26 Oefen bedienende Maschine.

Fig. 174.

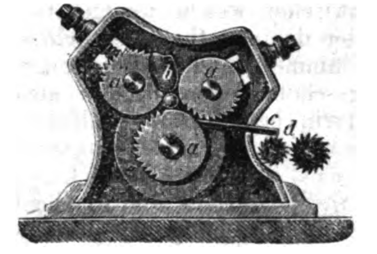


Brown's Zängemaschine[4]) (Fig. 175). *a* drei excentrische Walzen, oberflächlich mit Zahnreihen versehen und bei 0.418 m. Länge nach gleicher Richtung laufend. *b* Luppe, in eine Vertiefung der obersten Walze eingelegt, dann den sich immer mehr verengern-

1) Berggeist 1860, S. 612. Schmidt, technol. Skizzen: B. u. h. Ztg. 1864, Abth. 1, Taf. 10. 2) B. u. h. Ztg 1862, S. 250. Truran, das brittische Eisenhüttengewerbe 1860, S. 613. Petzoldt, Erzeugung der Eisen- u. Stahlschienen 1874, S. 25. 3) Preuss. Ztschr. 3, 263. Berggeist 1860, S. 613. Gruner et Lan, État présent etc. p. 491. 4) Berggeist 1860, S. 613. Gruner et Lan, État présent etc. p. 492.

den Zwischenraum zwischen den Walzen passirend, und hierauf auf der schiefen Ebene *c* zwischen die Walzen *d* rutschend, welche Längsfurchen haben und sich mit verschiedener Geschwindigkeit in gleicher Richtung drehen. *e* Flanschen an der Unterwalze zum Stauchen der Luppe. 7—8 Umgänge pro Min., eine Luppe von 105 kg. Gewicht in 8—10 Secunden zängend. Complicirt in ihrer Construction. Hierher gehören noch Winslow's Maschine[1]) für den Danksofen, bei welcher noch ein Hammer wirkt, Robertson's Quetschwalzwerk mit konischen Walzen.[2])

Fig. 175.



3. Presshämmer, und zwar

Presshämmer. Zängepressen.

a. Zum Zängen, wenig in Anwendung, indem ein Kolben seltener durch Dampfdruck[3]), als durch Wasserdruck auf einem Ambos die Luppe zusammenpresst, welche nach dem Zängen wohl noch mit leichten Schlägen behandelt wird.

Beispiel.

Griffith's Presse[4]), ein hohler, seitlich mit Oeffnungen versehener Cylinder, in welchem die Luppe mittelst Kolbens durch Dampf, Wasser u. s. w. zusammengepresst wird, wobei die Schlacke durch die Oeffnungen fliesst.

Gesenkpresse.

b. Zum Schweissen von Paqueten, zum Schmieden grosser Stahl- und Eisenstücke, besonders aber zum Formen bereits geschweisster oder sonst compacter Eisen- und Stahlmassen, namentlich Locomotivbestandtheile, wo dann Presskolben und Ambos die Form des zu pressenden Gegenstandes haben (Gesenk-, Modell-, Façonpressen[5]).

Während der Dampfhammer zum Schmieden grosser Eisenstücke vortheilhaft verwandt wird, so eignet er sich weniger zum Schmieden grosser Stahlmassen, weil dadurch nur der äussere Theil derselben verlängert, der centrale aber auseinander gerissen wird. Hierbei ist der stetige Druck einer Presse wirksamer. In Neuberg dient ein Presshammer zum Pressen des in Coquillen gegossenen noch flüssigen Bessemerstahls.

Beispiele.

Haswell's Presshammer[6]) mit hydraulischem Cylinder, der mit dem Ambos durch Streben fest verbunden ist und dessen Kolben, je nachdem Druckwasser unter oder über denselben tritt, gehoben oder niedergepresst wird. Zur Beschleunigung dieser Bewegungen dient häufig eine besondere Zuleitung von schwachgepresstem Druckwasser aus einem hochgelegenen Sammelkasten oder einem Accumulator oder es ist ein besonderer Kolben von geringerem Durchmesser vorhanden. An der Kolbenstange eines liegenden Dampfcylinders hinter der Presse ist jederseits eine Pumpe zur Lieferung des Druckwassers angeschlossen. Nach ähnlichem Principe arbeiten die Hämmer von Shanks[7]), Wilson[7]), und Bessemer[8]). Harris und Pendred[9]) wenden zum Schweissen grosser Stücke im Ofen selbst einen horizontalen Dampfhammer und eine als Ambos wirkende hydraulische Presse an. Massey's Dampfpresshammer[10]) gestattet die rasche Herstellung von Schmiedestücken in starken Formen.

Zweck.

76. Walzwerke. Dieselben[11]) bestehen in ihrer einfachsten

---

1) B. u. h. Ztg. 1861, S. 364; 1872, S. 70, 130. 2) Dingl. 207, 128. 3) B. u. h. Ztg. 1872, S. 418. 4) Oest. Ztschr. 1865, No. 39. 5) Oest. Jahrb. 15, 166. Oest. Ztschr. 1863, S. 180; 1869, No. 39. Kick's techn. Bl. 1873, S. 3. 6) Oest. Jahrb. 12, 190. Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1863, Bd. 7. B. u. h. Ztg. 1863, S. 195; 1864, S. 281 (Taf. 9, Fig. 13); 1874, S. 467. Polyt. Centr. 1873, S. 1249. Ztschr. d. öst. Ing. Ver. 1872, Heft 12 u. 15. Kerpely, Eisenhüttenwesen Ungarns 1872, S. 151. 7) Polyt. Centr. 1864, S. 230. 8) B. u. h. Ztg. 1867, S. 208. Dingl. 182, 424. 9) Kerpely, Fortschr. 6, 194. 10) Dingl. 218, 287. 11) Kerl, Met. 3, 519 (auch ältere Literatur). Kerpely, Fortschr. 2, 191; 3, 190; 4, 202; 5, 202; 6, 195; 7, 277; 8—10, 508. Karmarsch, mech. Techn. 5. Aufl. 1874, Bd. 1, S. 189. Petzoldt, Eisenbahnmaterial S. 14, Taf. 4 u. 5. Ders., Erzeugung von Eisen- u. Stahlschienen S. 26. Rev. univers. 1871, Tom. 29, p. 39. Oest. Jahrb. Bd. 21, Heft 4 (v. Hauer, über Wien. Ausst.). Deutsch. Engineer. 1874, No. 5, 20, 21 (Holley). B. u. h. Ztg. 1862, S. 206 (Krafterforderniss). Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 19, 60 (amerikan. Walzwerke). Rev. univers. 1875, Vol. 57, p. 16 (Amerik. Schienenstahlwalzwerke).

Gestalt aus zwei vertical über einander gelagerten, durch eine Kraftmaschine in umgekehrter Richtung bewegten Cylindern (Walzen) aus Gusseisen oder Hartguss (Hartwalzen), seltener aus Stahl, zwischen welche weniger häufig die Puddelluppen zum Ausquetschen der darin enthaltenen Schlacke (Zängewalzwerke), als unter dem Hammer bereits gezängte Luppen (Masseln, Blooms, Brammen) geschoben werden, um dieselben bei noch fernerer Ausquetschung darin befindlicher Schlacke in behuf weiterer Schweissung zu zerschneidende und zu paquetirende Eisenstäbe (Rohschienen, Millbars) zu verwandeln (Luppen- oder Rohschienenwalzwerke mit Spitzbogen- und Flachcalibern). Endlich dienen Walzwerke noch zur Formgebung von in Schweisshitze versetztem Eisen (Rohschienen, Paquete u. s. w.), um dasselbe in Stabeisen, Faconeisen, Blech, Draht u. s. w. überzuführen (Stabeisen-, Blech-, Drahtwalzwerke u. s. w.).

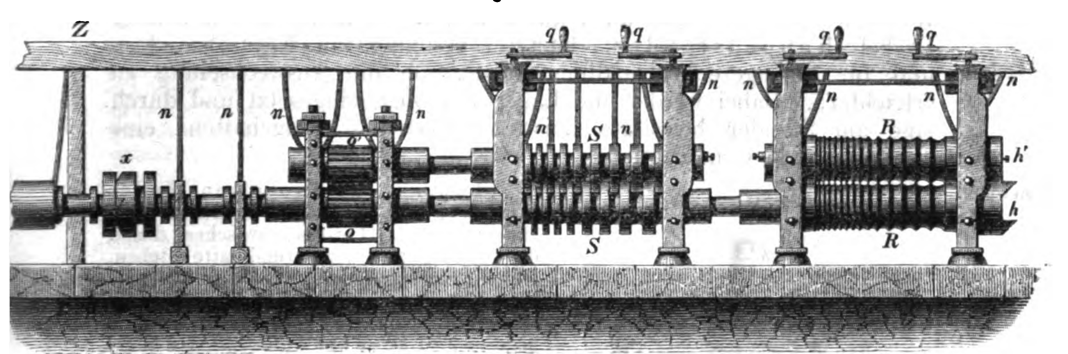
Geschichtliches.[1] Nachdem bereits von dem Franzosen Brulier 1553 zuerst Streckwerke zum Walzen von Münzen angewandt worden, bediente man sich derselben erst in der Hälfte des 18. Jahrhunderts zum Strecken und Glätten vorgeschmiedeter dünner Eisenstäbe, später zum Walzen schmaler Bleche und gegen 1742 zur Darstellung von Stabeisen. Caliberwalzen sind erst nach Erfindung des Puddelns (1784—1787), und zwar zuerst in England zwischen 1795—1800 zur Anwendung gekommen. Neuere Verbesserungen. Als neuere Verbesserungen[2]) an Walzwerken sind hervorzuheben: vermehrte Leistungsfähigkeit in Folge Vergrösserung der Dimensionen, grössere Dauerhaftigkeit und Reparaturfähigkeit durch Verwendung widerstandsfähigerer Materialien, Verbesserung in der Anarbeitung und der Formen, Kraft-, Arbeits- und Brennstoffersparniss, Schonung des erzeugten Productes, Verringerung der Abfälle, Fortschritte in der Calibrirung der Walzen, welche eine grössere Mannigfaltigkeit der Querschnitte und bessere Productenqualität gestattet, Verbesserungen in der Führung des Walzstückes in die Caliber, Verringerung des Lärmens, namentlich aber Benutzung der Walzen nach beiden Seiten hin zur Arbeit, während die Bewegung früher immer nach einer Richtung erfolgte und kostspielige Ueberhebvorrichtungen nöthig machte. — Vergleichung von Walzen u. Schmieden. Vorzüge des Walzens vor dem Schmieden sind u. A.: Verwohlfeilerung der Schmiedeeisen- und Stahlproducte, raschere Arbeit, grössere Formveränderung des Eisens in einer Hitze und leichtere Herstellbarkeit der Stücke von den verschiedensten und complicirtesten Querschnitten und verschiedensten Dimensionen. Eine vollkommene Schweissung ist weder durch Hämmern, noch durch Walzen zu erreichen[3]), während geschmolzene Producte (Bessemer- und Martinstahl, Gussstahl u. s. w.) homogen sind. Die Veränderungen des Walzens und Schmiedens lassen sich durch Anätzen des polirten Querschnittes eines Stückes erkennen.[4]) — Theorie der Walzwerke. Während es früher nur empirische Regeln (z. B. in v. Hauer's Hüttenwesensmaschinen) und keine befriedigende Theorie für die Abmessung der einzelnen Theile eines Walzwerkes gab, so hat neuerdings u. A. Herrmann[5]) diese Regeln derart theoretisch begründet, dass sich für eine gegebene Stärke der Kraftmaschine und für eine bestimmte Gattung des zu erzeugenden Walzgutes die Dimensionen der Walzwerksbestandtheile systematisch bestimmen lassen. Böck[6]) hat ein eigenthümliches Verfahren zur Ermittelung des Kraftbedarfes beim Walzen angewandt.

Walzwerks-Einrichtung. Die Einrichtung eines Walzwerkes im Allgemeinen zeigt Fig. 176. In Walzenständern (Gerüste) auf dem Fundamente befestigt, liegen paarweise die Luppenwalzen *R* und die Stabeisenwalzen *S*. *h* untere Welle, bei *K* durch eine Kraftmaschine bewegt, woselbst sich (ausser bei vor- und rückwärtsgehenden Maschinen) zwischen kleinen

1) Karmarsch, Geschichte d. Technolog. 1872, S. 261. Kerpely, Fortschr. 4, 1. B. u. h. Ztg. 1867, S. 207. 2) Preuss. Ztschr. 14, 4. Deutsch. Engin. 1874, No. 5. 3) Dingl. 185, 376. 4) B. u. h. Ztg. 1869, S. 184. 5) Oest. Jahrb. 1867, Bd. 17. Siehe auch Time, Theorie der Walzwerke in Russ. Bergjournal 1872, No. 1. Fink, Theorie d. Walzarbeit in Preuss. Ztschr. 22, 200. 6) Oest. Ztschr. 1874, S. 352. Oest. Jahrb. 1874.

Ständern ein Schwungrad befindet. x Ausrückvorrichtung. oo^1 Getriebe (Krauseln) zur Uebertragung der Bewegung im umge-

Fig. 176.



kehrten Sinne auf die Oberwelle. Zwischen den Krauseln oo^1 und den Walzen S und R Kuppelungen mit dünneren Kuppelungswellen. q Schrauben auf den Ständern zur Regulirung des Walzenabstandes. n Röhren zur Zuführung von Kühlwasser aus dem Gerinne Z zu den Zapfen. Die ganze Vorrichtung von x angefangen nennt man Walzenstrasse (Walzenstrecke, Walzentrain), welche ein oder mehrere Walzengerüste enthalten kann, z. B. noch bei h und h^1.

Die Stabeisen-Walzwerke enthalten gewöhnlich eine Rohschienen- oder Luppeneisen-, Grob- oder Mittel- und eine Feineisenstrasse, deren jede Vor- (Vorbereitungs-, Streck-) und Fertig- (Vollend-, Schluss-) Walzen- oder Vor- und Fertigcaliber enthält. Die Luppenwalzwerke dienen zur ersten Bearbeitung der unter Hämmern und Quetschen gezängten Luppen; von Grob- und Feineisenwalzwerken liefern erstere theils fertige Waaren, theils Zwischenproducte von grösserem, letztere von kleinem Querschnitt; aus Mittelstrecken erfolgen Stäbe, deren Querschnitt zwischen dem der beiden vorigen liegt. In den Vorwalzen erhält die abgeschmiedete Luppe, der Kolben oder das Paquet die nöthige Haltbarkeit und Form, in den Fertigwalzen die so vorgestreckten Riegel die bestimmte Form, und zwar gelangen letztere meist direct von den Vorwalzen unter die Fertigwalzen. Bei besonderen Umständen (mangelhafte Schweissung, sehr hartes, feinkörniges Material, wenn besondere Haltbarkeit erzielt werden soll, z. B. für Unterlagsplatten, oder wenn die Form des fertigen Eisens zu ihrer Herstellung einen ungewöhnlichen Druck erfordert) erhalten die Riegel noch eine Hitze. Glatte Walzen werden als Polirwalzen bei Grob- und Feineisenwalzwerken benutzt, ferner zur Darstellung von dünnen flachen Stäben (Bandeisen) und Blech. Ausserdem giebt es noch Walzwerke für Façoneisen, Tyres u. s. w.

1. Fundament. Dasselbe besteht aus von Bruchsteinmauerwerk umschlossenen Herdschwellen oder aus hohlem oder massivem Mauerwerk, auf welches ein damit zu verankernder gusseiserner Rahmen (Sohlplatte) gelegt wird mit Nasen a (Fig. 177) am äusseren Ende, welche zur Aufkeilung der Ständer dienen. Einzelne Theile: Fundament.

Nach den neueren Constructionen werden die auf einer eichenen Zwischenlage ruhenden Fundamentplatten an dem Fundamente mit Schrauben befestigt und mit den Ständern genau zusammengehobelt. Die Fundirung mittelst Ziegeln und Cement ist billiger, als solche mit Quadern (Innerösterreich). [1]

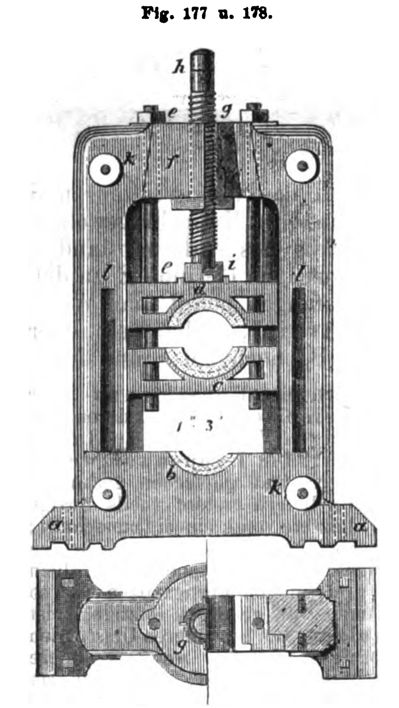
1) B. u. h. Ztg. 1872, S. 200.

Ständer.

2. Ständer.[1]) Dieselben, seltener aus Schmiedeeisen, als aus Gusseisen hergestellt, bestehen jetzt meist aus einem Stück (Fig. 177, 178), wo dann die Lager von Innen eingesetzt und mit Stellschraube versehen werden, früher auch aus einem Rahmen mit abnehmbarem Deckel (Kappenständer), letzterer besonders an Krauselständern und für geringere Walzendimensionen, um die Auswechselung zu erleichtern. Dabei werden die Lager von oben eingesetzt und durch eine am Ständer befestigte Leiste unverstellbar festgehalten, eine weniger solide Construction.

Beispiel.

Fig. 177 u. 178.



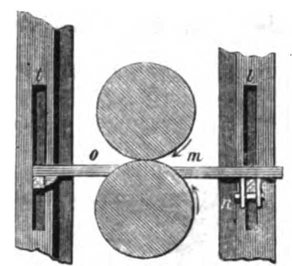
Luppen- oder Grobeisenständer (Fig. 177, 178). *a* Nasen, zwischen welche und zwei Leisten, zwischen denen die Ständer auf der Grundplatte stehen, Keile geschlagen werden. *b* mit Messingschaalen versehenes, auf dem Ständer ruhendes oder, wie hier, damit in Eins gegossenes Lager zur Aufnahme des Walzenzapfens, meist ohne Oberlager. Zur Verminderung der Reibung sind grosse Durchmesser des Walzenzapfens sehr wirksam. Gérard hat für diesen Zweck hydraulische Lager empfohlen; Chenot giebt einem Reibungsringe den Vorzug, welcher die Zapfen von etwa 0.25 m. Durchm. umgiebt.[2]) *c* und *d* Oberwalzen-Lager, durch zwei Schraubenbolzen *e* getragen. Ist die Oberwalze zur Erleichterung und Beschleunigung der Verstellung durch Gegengewichte abbalancirt[3]), so bedarf es des Oberlagers *d* nicht, wie bei Blechwalzwerken, welche eine fortwährende Stellung nöthig haben. *f* Stellschraubenmutter, durch 4 schmiedeeiserne Döbel *g* gegen Drehung gesichert. *h* Druck- oder Stellschraube, zur Regulirung der Entfernung der Walzen oder der Höhe, auf welche die Oberwalze beim Durchgange des Eisens emporsteigen soll (während des Betriebes nur bei Blech- oder Flacheisenfabrication zu stellen, zu drehen mittelst eines Schlüssels, mittelst Hand- oder Wurmrädern, zuweilen durch Wasserdruck[4]); die Druckschraube muss sich fest anschrauben lassen, ohne dabei den Walzenzapfen einzuklemmen. *i* Brechbock oder Brechkapsel von geringerem Widerstand, welcher durch Brechen bei unvorhergesehenen Widerständen einen Bruch des Walzenzapfens verhüten soll. *k* Schraubenbolzen zur Verbindung der Ständer eines Gerüstes. *l* Nuten auf der Innenseite zur Aufnahme der Träger für die Walzenbank (Walzentisch), der Einlässe und des Abstreifmeissels (Fig. 179). *m* gusseiserne Walzenbank, auf welcher das zwischen die Walzen einzulassende Eisenstück ruht, mittelst abwärts gehender Bolzen und eines durch dieselben getriebenen Keiles *n* an einer Eisenstange befestigt, welche parallel zur Walzenaxe gelegen mit den Enden in die Nuten *l* der Ständer einragt. Bei Stäben von kleinen Dimensionen ist die Walzenbank durch niedrige Wände in Abtheilungen (Einlässe) getheilt, zuweilen von Kasten- oder Röhrenform. Damit sich das

---

1) Daelen, Lagerung der Walzen in Gerüsten: Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 16, 660. Neuere Construction zur Befestigung des Sattelstückes: Kärnthn. Ztschr. 1874, S. 366. 2) Dingl. 207, 452. 3) Gegengewichte oder Federn an Spencer's u. Corkindale's Walzwerk in Dingl. 183, 345. 4) Oest. Jahrb. Bd. 21, Hft. 4 (v. Hauer). B. u. h. Ztg. 1874, S. 142 (Sellers' Walzw.).

durchgewalzte Eisen nicht um die Unterwalze legt, ist ein Abstreichmeissel *o* mit einer scharfen Kante genau an die Walze angelegt. Schlackenbürsten[1]) sind zum Abstreifen der Schlacke von starken Rundeisenstäben während des Walzens z. B. zu Troy angebracht. Die Oberwalze erhält bei grösserem Gewicht, namentlich bei Blechwalzen, zweckmässig eine Ausgleichung in der höchsten Lage, welche die Stellschraube zulässt, durch in den Fundamentgruben unter der Walzenstrasse angebrachte Gegengewichte, weil sie sonst beim Niederfallen nach dem Heben durch das Blech die Oberfläche beschädigen oder Brüche herbeiführen kann, sowie auch beim Eintritt des Ruckes ein heftiger Stoss des obersten Lagers oder der Brechkapsel gegen die Stellschraube erfolgt.

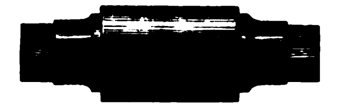
Fig. 179.



Walzen.

3. Walzen. Dieselben bestehen aus dem Walzenbund oder Ballen *a* (Fig. 180), gewöhnlich 3—3½, für starke Stahlfabrikate 2½ mal so lang, als dick (z. B. bei Luppenwalzen 0.941—1.255 m. lang und 0.418—0.497 m. dick, bei schwerem Faconeisen resp. 1.255—1.88 und 0.471—0.628 m.; bei Grobeisen 0.863—1.360 und 0.392—0.497 m., bei Feineisen 0.314—0.785 und 0.183—0.262 m., bei Blech 0.785—2.823 und 0.418—0.785 m.); den in den Lagern ruhenden Laufzapfen *b*, ½ vom Ballendurchmesser (für Blechwalzen ⅔) und etwa eben so stark als lang; den Kupplungszapfen *c* von Kreuzform (Kreuzzapfen), etwas schwächer als die Laufzapfen und etwa von ⅔ Länge derselben, zwischen den Kreuzen ausgekehlt. Die Walzen sind verschieden an Form und Grösse je nach den damit zu erzeugenden Eisensorten (Luppen-, Quadrat-, Rund-, Flach-, Bandeisen, Deck- und Bahnschienen, Feineisen- und Blechwalzen u. a.) Die Walzen sind entweder glatt oder sie enthalten zur gleichzeitigen Belastung der Seitenflächen des Streckeisens ringsum laufende, schon beim Gusse oder beim nachherigen Abdrehen hergestellte Furchen (Caliber) von verschiedener Gestalt, welche nicht tiefer als höchstens ¼ des Ballendurchmessers einschneiden, durch scharfkantige Formen liefernde Ringe (Ränder)[2]) begrenzt sind und sich entweder an beiden Walzen (Fig. 176*R*) befinden (offene Caliber) oder nur an der einen Walze, indem die andere entsprechende Einschnitte besitzt (Fig. 176*S*, geschlossene Caliber).

Fig. 180.



Geschlossene Caliber in Verbindung mit Abstreifmeissel sind zur Erzeugung einer tadellosen Streckwaare erforderlich, würden aber doch eine Walznaht geben, wenn man das Walzstück bei jedem Durchgange nicht in seiner Querschnittslage verdrehen würde. Ein durch Ringe nicht begrenztes Caliber breitet das Eisen zu unregelmässigen Zacken aus (Blechwalzen). Es wirkt beim Walzen ein activer Druck nur von oben und unten, also in der Richtung der Caliberhöhe; seitlich wirkt nur ein passiver Druck, indem die Caliberränder das weitere Ausbreiten des Eisens verhüten.

Behuf Darstellung von Flacheisen, welches keiner sehr scharf begrenzten Kanten bedarf, verwendet man Walzen ohne Ränder, sog.

1) Polyt. Centr. 1871, S. 1511. 2) Endcaliber aus Stahlringen in Ritting. Erfahr. 1867.

Staffelwalzen, deren Ballen nach der einen Seite hin terrassenförmig an Durchmesser immer mehr abnehmen. Auch finden sich Walzen ohne Ränder an den zur Darstellung von stärkerem Flacheisen benutzten Universalwalzwerken.[1])

Fig. 181.

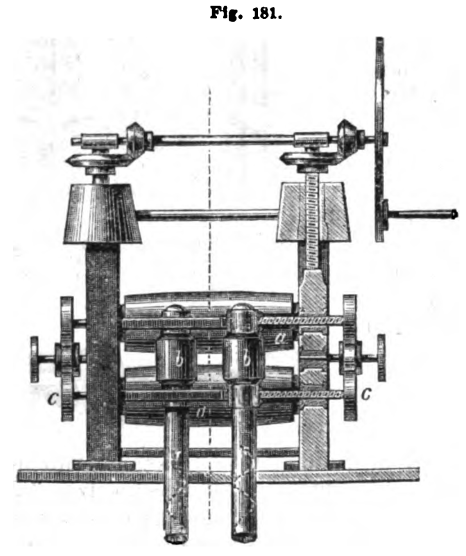


Fig. 181. *a* horizontale Walzen. *b* verticale, das Caliber bildende Walzen dahinter, welche ihre Bewegung durch Winkelräder unter der Hüttensohle erhalten. *c* Räderwerk zur Stellung der horizontalen Walzen. Man kann Stäbe von beliebigen rechteckigen Querschnitten erzeugen, indem die horizontalen Walzen die Höhe, die verticalen die Breite des Stückes normiren, wodurch an Walzen gespart wird.

Die Druckflächen construirt man von der sog. Walzlinie aus, welche den wirksamen Caliberraum halbirt und man nennt die Differenz des Abstandes der Walzenaxe von der Walzlinie Oberdruck, welcher durch Beschleunigung der Umfangsgeschwindigkeit der Oberwalze eine grössere Streckung des Eisenstücks an der Oberseite, somit eine Biegung desselben nach unten hervorbringt. Damit sich das Eisen nicht um die Oberwalze biegt, giebt man derselben einen etwas grösseren Durchmesser (meist 1.5—3.5, zuweilen bis zu 25 mm.), als der unteren.

Die Walzen zeigen sich durch die an den Berührungslinien des Eisenstückes mit den Walzenmänteln entwickelte Reibung überall nur wirksam, wenn die zum Walzenmantel normal wirkende Theilkraft der Reibung, deren Grösse im umgekehrten Verhältniss, wie die Entfernung des Eisenstückes von der durch die Axen der Walzen gelegten Ebene wächst, den Widerstand überschreitet, welchen das Eisen in entgegengesetzter Richtung gegen das Zusammendrücken leistet. Uebersteigt dieser Widerstand des Eisens beim Zusammendrücken die relative Festigkeit der Walzen oder der Zapfen, so brechen dieselben, während die Walzen das Eisenstück nicht ergreifen, wenn die Reibung kleiner wird, als der beim Zusammendrücken geleistete Widerstand. Ferner wird das Eisenstück von den Walzen nicht ergriffen, wenn dessen Höhe ein bestimmtes Verhältniss zur Entfernung der Walzenmäntel von einander überschreitet, oder wenn die Breite des Stückes grösser, als die des Calibers ist.

Beim Walzen verliert das Eisen an Volum durch Ausfliessen von Schlacke und Zusammendrängen der Moleküle nur beim Schweissen, weshalb nur bei Construction der Schweiss- oder Vorwalzen hierauf Rücksicht genommen werden muss, dagegen wird der Querschnitt durch Ausdehnung in die Länge (Streckung) und die

1) Kerl, Met. 3, 520. Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 8, 261; 10, 293 (Daelen). B. u. h. Ztg. 1868, S. 33 (Wagner). Ritting. Erfahr. 1867 (Wagner). Oest. Ztschr. 1868, No. 8 (Helson). B. u. h. Ztg. 1869, S. 77 (Marrel). Kerpely, Fortschr. 7, 283 (für Grubenschienen). Petzoldt, Eisenbahnmaterial S. 60, Taf. 12, Fig. 1—3 (für Brückenblech). Knut-Styffe's Ausst.-Ber. S. 53, Taf. 8 (für Panzerplatten).

Breite (**Breitung**) verändert, und zwar tritt mit dem Weicher- und Heisserwerden des Eisens eine grössere Streckung und um so geringere Breitung ein, während das Breiten zu- und das Strecken abnimmt mit steigendem Walzendurchmesser und der abnehmenden Rotationsgeschwindigkeit. Feineisen- und Drahtwalzen erhalten deshalb geringere Durchmesser und grössere Umdrehungszahl, als Schweiss- und Stahlwalzen. Wegen Walzens in **geringerer Temperatur** erfordert das Blechwalzwerk die stärksten Walzen mit der geringsten Geschwindigkeit. Wenngleich es behuf besserer Ausnutzung der dem Eisenstücke innewohnenden Hitze sich empfiehlt, die Druckentfernung (**Caliberhöhe**) zwischen zwei Durchgängen so gross als möglich zu nehmen, so darf doch der Querschnitt, ohne für die Qualität des Productes oder einen Bruch der Zapfen fürchten zu müssen, nicht zu plötzlich abnehmen, sondern muss bei wiederholten Walzungen gesetzmässig abnehmen, was entweder durch Veränderung der Walzenstellung (z. B. bei Blech) oder durch Zunehmenlassen der Walzentheile im Durchmesser, d. h. durch Abnahme der auf einander folgenden Caliber bewirkt wird. Dabei lässt man sich zur leichtern Einführung der Eisenstücke die Caliber zweckmässig von Innen nach Aussen erweitern. Die zulässige Grössen- und Formveränderung, das **Fallen der auf einander folgenden Caliber**, hängt von der Beschaffenheit des Eisens ab und zwar kann man mit um so grösserem Druck arbeiten, je besser das Eisen ist. Der Druck muss bei den einzelnen Eisensorten in nachstehender Reihenfolge abnehmen: phosphorhaltiges kaltbrüchiges, gutes sehniges, Feinkorneisen, weicher Stahl, rothbrüchiges Eisen und bei hartem Stahl am geringten, und ist grossentheils noch Sache der Erfahrung.

Das Abnahmeverhältniss zwischen zwei auf einander folgenden Calibern ist gewöhnlich $^1/_4$—$^1/_{15}$, Breitung bei jeder Streckung 0.5—4.5 mm. Zu Königshütte in Oberschlesien beträgt die Caliberabnahme bei Rohschienenspitzbogencalibern $^1/_{11}$, bei Stabeisencalibern $^1/_{10}$, bei Feineisencalibern $^1/_8$. Der stärkere Fall beim Feineisenwalzwerk liegt darin, dass man wegen schnelleren Erkaltens des Eisens bei den geringeren Dimensionen die Verwalzung möglichst rasch beendigen muss. Dagegen erfordert unreineres Eisen, wie Luppeneisen, geringeren Fall und geringe Umdrehungsgeschwindigkeit der Walzen (z. B. 30—40 Touren per Min. bei 418—497 mm. Durchm.), um etwaige Schlacke besser rein auspressen zu lassen und das Dichten und Schweissen zu begünstigen. Neuerdings sind ausführliche praktische Anleitungen zur **Walzencalibrirung**[1]) gegeben worden.

4. **Kuppelungswellen und Muffen, Klauenkuppelung.** Erstere haben dieselbe kreuzförmige Gestalt und gleichen Durchmesser wie die Kuppelungszapfen *c* (Fig. 180) der Walzen. Beide berühren sich mit etwas Spielraum in den **Kuppelungsmuffen**, deren innerer Querschnitt ebenfalls eine Kreuzform hat. Der Spielraum zwischen Welle und Muffe muss so gross sein, dass sich die Oberwalze aus der Ruhelage auf die erforderliche Höhe erheben kann und verschiedene Abstände des Walzenmittels ermöglicht werden, ohne die Getriebe ausser Eingriff zu bringen. Zur Verhütung Kuppelungstheile.

---

1) v. **Tunner**, über die Walzencalibrirung für die Eisenfabrikation. Leipzig 1867. — Die Calibrirung der Walzen, drei gekrönte Preisschriften von R. **Daelen**, **Hollenberg** und **Dieckmann**. Berlin, Nicolai, 1874. **Valant**, in Rev. univers. 1870, Bd. 27, Lief. 2. B. u. h. Ztg. 1862, S. 186, 203. **Urbin** in B. u. h. Ztg. 1871, S. 352. **Petzoldt**, Eisenbahn-Baumaterial. 1872, Taf. 11.

der seitlichen Verschiebung der Kuppelungsmuffen werden in die freibleibenden Vertiefungen zwischen den Kreuzarmen Kuppelungsstäbe eingelegt und mit Riemen oder Eisenbändern festgehalten. Die geringste Stärke der Muffe beträgt $^{1}/_{5}$—$^{1}/_{4}$, zuweilen selbst 0.3 des grössten Kuppelungswellen-Durchmessers.

Die Kuppelungswellen vermitteln eine etwas bewegliche Verbindung der Walzen unter einander und mit den Krauseln, was zu einer Erleichterung der Montirung der Walzenstrasse und der Auswechselung der Walzen führt, sowie eine veränderliche Höhenstellung der Oberwalze ermöglicht. Die Kuppelungswellen dienen wegen ihres kleineren Querschnittes auch als Bruchspindeln.

Die Klauenkuppelung *x* (Fig. 176) gestattet das In- und Ausser-Verbindungsetzen der Walzenstrasse mit der Kraftmaschine, namentlich erforderlich, wenn letztere mehr als eine Walzenstrasse oder noch andere Maschinen treibt.

Krauseln. 5. Krauseln.[1]) Dieselben (*o* u. *o*[1] Fig. 176) dienen als Zahnräder zur Verbindung der Betriebswelle, — welche, um dem Fundamente möglichst nahe zu sein, stets nach unten gelegt wird, — mit der Oberwalze und sind sammt Zapfen meist aus einem Stücke gegossen. Dieselben liegen weniger zweckmässig hinter, als vor den Walzen, indem sie ersterenfalls die Betriebskraft weniger gleichmässig übertragen. Bei Blechwalzwerken fallen sie zuweilen weg, indem dann die Oberwalze von der Reibung gegen das durchgehende Blech mitgenommen wird (Schleppwalzen im Gegensatz zu gekuppelten).

Motoren u. s. w. 6. Motoren, Betriebswellen, Schwungräder. Bei Wasserkraft kommen zweckmässiger Turbinen, als wegen langsameren Ganges eine grössere Umsetzung erfordernde Wasserräder in Anwendung, sonst liegende Dampfmaschinen[2]) mit variabler Expansion wegen Erfordernisses ungleicher Betriebskräfte für verschiedene Eisensorten.

Die Grösse der Betriebskraft[3]) richtet sich nach dem Querschnitt des zu erzeugenden Productes, der Umfangsgeschwindigkeit der Walzen, der Pausendauer zwischen den einzelnen Durchgängen, ob ein Stück an einer oder gleichzeitig an mehreren Stellen gestreckt wird u. A. Die Kraftmaschine wirkt direct oder durch Getriebe, seltener durch Riemenübertragung.[4])

Betriebswellen und Transmissionsräder müssen wegen der Stösse beim Betriebe auf eine 2.5—3mal grössere Sicherheit, als für ruhig arbeitende Maschinen berechnet werden (eine von dem Motor zu den Walzenkrauseln übersetzende zu lange Welle lässt heftige Stösse zu[5])) und auch die Schwungräder erfordern grössere Dimensionen, als zur Ausgleichung der vom Kurbelmechanismus herrührenden Störungen erforderlich ist, indem dieselben noch den Einfluss der beim Eintritt der Stäbe unter die Walzen stattfindenden plötzlichen Widerstände auszugleichen und die während der Pausen entwickelte Arbeit der Kraftmaschine anzusammeln und sie wieder während des Walzens abzugeben haben.

---

1) Frictionsspindel an Krauseln in Ritting. Erfahr. 1869 (Rainer). 2) B. u. h. Ztg. 1867, S. 78 (Walzwerk zu Obersychan). 3) Hauer, c. l. p. 271. Stühlen, Ingen.-Kalender. Des Ingenieurs Taschenbuch (Hütte) 1873. B. u. h. Ztg. 1862, S. 206. 4) B. u. h. Ztg. 1864, S. 284. Polyt. Centr. 1871, S. 1382. 5) Kerpely, Eisenhüttenwes. in Ungarn S. 226.

Ueberhebvorrichtung.

7. Ueberhebvorrichtungen.[1]) Bei nur nach einer Richtung laufenden Walzen müssen die durch letztere hindurch gegangenen Stücke über der Oberwalze hin zurückgereicht werden, was bei leichteren Sachen mit der blossen Zange geschieht. Werden die Walzstücke schwerer, so wendet man für Stäbe Stangen, für Blech Gabeln sehr einfach an, deren Drehpunkt an einer von der Decke herabhängenden Kette sich befindet, die behuf horizontaler Bewegung mit der Axe einer Rolle verbunden ist. Diese läuft auf einer am Dachgerüst befestigten Schiene. Für schwere Bleche verwendet man Dampfkraft, mittelst welcher an der Ein- und Austrittsöffnung angebrachte, mit Gleitrollen versehene Gitter (Walztische) gleichzeitig gehoben und nach erfolgter Vorschiebung des Bleches über die Oberwalze wieder gesenkt werden. Dabei steht der Dampfcylinder über oder unter dem Walzengerüst. Letzteren Falles (z. B. zu Neuberg[2])) sind die durch Gegengewichte abbalancirten Gittertische durch Traversen gestützt und diese mittelst Stangen durch ein Querhaupt, in welches die Kolbenstange des Dampfcylinders greift. Die Steuerung geschieht mit Hand. Bei über dem Walzgerüst stehendem Dampfcylinder hängen die Gittertische an einem von der Kolbenstange bewegten Querhaupt.[3]) Behuf Ersparung des Dampfcylinders werden die Ueberhebtische z. B. bei Blechwalzwerken häufig durch die rotirenden Walzen[4]) selbst unter Zuhilfenahme von Kettenscheiben oder Hebeln zur Uebertragung der Bewegung gehoben und gesenkt und am einfachsten hebt man den Tisch durch ein um den verlängerten Walzenzapfen der oberen Walze zwei- oder dreimal geschlungenes Seil durch Anziehen desselben mit der Hand und senkt denselben durch Nachlassen des Seiles. Sollte die Oberwalze gekuppelt sein, so schlingt man den Strick um die abgedrehte Kuppelung. An der Hintermannsseite ist in zwei an Ständern festgemachten Consolen eine Spindel drehbar, zwischen den Ständern sind an der Spindel zwei Rollen befestigt, an denen der Walzentisch mit Ketten hängt, und an der Aussenseite des Ständers an derselben Spindel eine Scheibe mit Rändern, woran das eine Ende des Seiles festgemacht ist. Eine halbe, durch das Anziehen des Strickes bewirkte Umdrehung genügt, um selbst bei mässig grossen Rollen den Tisch mit dem Walzstücke zu heben.

Ersatz der Ueberhebvorrichtungen.

Zur Ersparung der Ueberhebvorrichtungen oder wenigstens zur Verminderung der Hubhöhe, somit zur Abkürzung der Walzzeit und der Erleichterung der Bewegungen schwerer Stücke sind u. A. folgende Walzwerksmodificationen für das Hin- und Herwalzen in Anwendung gebracht:

Reversirwalzwerke.

a. Reversir- oder Revolvirwalzwerke[5]) mit einem Paar

1) Oest. Jahrb. 1860, Bd. 9. S. 187. B. u. h. Ztg. 1860, S. 178. Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 19, 61 (amerik. Vorricht.). 2) Ritting. Erfahr. 1855, S. 26. 3) Zeichnungen der Hütte 1861, Taf. 18. 4) Oest. Jahrb. 9, S. 188. 5) Polyt. Centr. 1867, S. 214 (mit Dampfscheere). Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 11, 358; 13, 538; 14, 158; 16, 667; 19, 97. Dingl. 185, 268. Oest. Ztschr. 1867, Nr. 52; 1870, Nr. 40; 1872, Nr. 7. Deutsch. Engin. 1874, Nr. 16. Oest. Jahrb. Bd. 21, Hft. 4 (Hauer). Ramsbottom's Walzwerk in B. u. h. Ztg. 1867, S. 88. Marrel's Reversirvorrichtung B. u. h. Ztg. 1869, S. 61, 77. Knut-Styffe c. l. S. 52. Stephenson's Frictions-Reversirkuppelung in B. u. h. Ztg. 1873, S. 53. Napier, Umschaltkuppelung in Polyt. Centr. 1873, S. 85. Tannet's hydraul. Frictionskuppelung u. Menelaus' Zahnkuppelung in Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 16, 667. Werner, neuere Reversirkuppelungen in Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 16, 701. Head, Verhütung von Brüchen, Iron and Steel Inst. 1873, Vol. 1, Nr. 1. Kärnthn. Ztsch. 1874, S. 362 (Burbach, Dillingen, Bochum, Eschweiler Au). Iron and Steel Inst. 1874, No. 2, p. 496. (Reversirwalzwerke). Kerpely, Fortschr. 8—10, 525.

Walzen, welche nach dem Durchgange des zu walzenden Stückes aufgehalten und reversirt werden, so dass das Stück nunmehr nach der entgegengesetzten Richtung die Walzen passiren kann. Das Reversiren geschieht gewöhnlich mit Zahnradübersetzungen und Kuppelungen, zuweilen durch einen hydraulischen Apparat (Ramsbottom) oder durch das Reversiren der zweicylindrigen (Zwillings-) Dampfmaschine selbst, die dann kein Schwungrad besitzt, welches bedeutenden Kraftverlust durch Reibung und viele Gefahr für Brüche im Gefolge haben würde.

Dieses Verfahren, besonders für schwere Walzstücke und Panzerplatten z. B. in England, Westphalen u. s. w. häufig in Anwendung, ist in Herstellung und Reparatur des Reversirapparates kostspielig. Man lässt häufig die Sicherheitsmassregeln (Brechböcke, Brechspindeln) weg und macht sämmtliche Dimensionen so stark, dass eher der Motor zum Stillstand gebracht wird, als ein Nachgeben der Walzwerksbestandtheile eintritt. Da die Stellvorrichtung der Druckschrauben mittelst Kurbel und Wurmrad zu langsam geht, und hydraulische Stellvorrichtungen sich namentlich für die feinere Stellung noch zu wenig bewährt haben, so ist beim Plattenwalzwerk zu Neuberg[1]) eine kleine Dampfmaschine auf den Kopf des Walzenständers geschraubt, welche mittelst einer auslösbaren Zahnrad-Uebersetzung das übliche Wurmrad auf der Stellschraube treibt und mit einer Stellcoulisse zum Umsteuern eingerichtet ist.

Triowalzwerke.

b. Drei- oder Trio-Walzentrain[2]), mit drei über einander liegenden Walzen. Das Walzstück wird auf der einen Seite der Walzenstrasse zwischen der Mittel- und Unterwalze ein- und im Rückwege zwischen der Mittel- und Oberwalze zurück geführt. Da die Walzenstrasse continuirlich in einer Richtung läuft, so werden hierbei sowohl Stösse, als Zeitverluste durch das Reversiren vermieden, dagegen bedarfs bei schweren Stücken eines durch Dampfkraft zu hebenden Walztisches, um das Stück auf die Oberseite der Mittelwalze zu bringen. Neuere Walzwerkseinrichtungen sind mit selbstwirkenden Hebevorrichtungen versehen und zwar hat man bei einer Methode (Dortmunder Union) an der Hintermannseite dem ganzen Walzentrain entlang eine Transmissionsspindel mit daran befestigten kleinen Zahnrädchen, welche in Zahnstangen eingreifen, die sich an den dazu eigens adjustirten Ständern auf- und abschieben und an welchen unten die Hebetische befestigt sind. Bei einer anderen Einrichtung (Gebr. Hösch) behält man die beim Schienenwalzen üblichen Hebel bei, macht aber die Laufschienen statt am Dachstuhl an eisernen Rahmen fest und hebt und senkt diese Rahmen, wodurch die Arbeit ohne Ersparung an Mannschaft erleichtert wird. Die Dampfmaschine für die Hebelvorrichtung steht zwischen Krauselständern und Schwungrad. Bei leichten Gegenständen dagegen, wie Schienen u. dgl., ist die Bewegung derselben durch die Arbeiter mittelst Haken nicht schwierig.

Das Trio-Verfahren, z. B. in Anwendung bei grossen Calibern (Hörde, Kreuzthal, Denain, d'Anzin), bei grossen Kesselblechwalzen, Eisenbahnschienen u. s. w., scheint insbesondere mit Rücksicht auf die gegenwärtig in Aussicht genommenen Verbesserungen und die Entwicklung der Constructionen zum Heben der Walztische das vorzüglichere zu sein, und wird die Fritz'sche amerikanische

---

1) Rittinger's Erfahr. 1871. (Schmidhammer.) 2) Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 14, 733; 16, 660. Kärnthn. Ztschr. 1874, S. 304. Petzold, Eisenbahnmater. S. 14, Taf. 4, Fig. 1—3 (Dowlais[3]) Schienenwalzen). Polyt. Centr. 1860, Nr. 21; 1873, S. 77. 3) Oest. Jahrb. 15, 20. Kerpely, Fortschr. 5, 258.

Dreiwalzen-Strasse[1]) hinsichtlich der Vollendung und namentlich in ihrer Anwendung auf schwere Walzstücke besonders gerühmt und der englischen Construction vorgezogen. Zu Hörde und Kreuzthal bedient ein Luppentriowalzwerk bis 20 Puddelöfen. Die untere Walze liegt immer sehr tief, um die am Boden auslaufenden Schienen leicht zur Säge gleiten zu lassen.

Bei Vierwalzenstrassen[2]) befinden sich die Durchgänge jedesmal zwischen den beiden oberen und den beiden unteren Walzen, um das Walzstück stets auf der gleichen Seite nach oben durchzuführen (Dowlais.)[3])

Die Hubhöhe für das Stück verringert sich, wenn man die beiden oberen Walzen mit entgegengesetzter Umdrehung etwas hinter das untere Walzenpaar so legt, dass sich die beiden Mittelwalzen zum Theil decken. Während Gillon und Dujardin's Walzwerk[4]) (bei welchem die beiden Oberwalzen sich gemeinschaftlich auf und ab bewegen und durch eine Stellschraube in ihrem Abstande regulirt werden, auch die Bewegung des Rollentisches eine eigenthümliche ist) für alle Blechstärken und alle Qualitäten gleich gut sich eignet, dient Lauth's Walzwerk[5]) nur zum Fertigmachen feiner polirter Bleche. Die kleinere Mittelwalze desselben liegt mit ihrer Axe seitlich von den beiden anderen Walzen und der Antrieb erfolgt auf den kleinen Cylinder.

c. Schnellwalzwerke zur Erzeugung von Nageleisen, Walzdraht, feinem Rund- und Bandeisen u. s. w. functioniren in der Weise, dass der Stab nach dem Austritte aus einem Caliber umgebogen und sofort in das nächst folgende eingeführt wird, so dass das Strecken desselben an 3—5 Stellen gleichzeitig stattfindet. Der Stab wird allmälig vom ersten Gerüst mit 3 Walzen den neben einander in Gerüsten gelegenen noch übrigen 2—4 Walzenpaaren zugeführt. Schnellwalzwerke.

Weniger praktisch sind wegen complicirter Transmission und häufiger Betriebsstörungen die Schnellwalzwerke mit 5—6 nahe hinter einander gelegenen Walzenpaaren.[6]) White's Walzwerk[7]) von letzterer Einrichtung hat horizontale und verticale Walzen, desgleichen das Drahtwalzwerk von Johnson und Nephew[8]) in Manchester, welches nahe einem Siemens'schen Gasofen steht, der noch einen Theil des Materialstabes zurückbehält, während der andere bereits ausgewalzt wird.

d. Cabrols Colamineur.[9]) Es liegen zwei Walzenpaare in gleichem horizontalen Niveau, aber in verschiedener Verticalebene neben einander. Das Walzstück gelangt durch das eine Walzenpaar auf den Walztisch und wird von hier durch den Arbeiter auf den Wagen des Colamineurs gezogen. Letzterer besteht aus einem Kasten, welcher sich auf Schienen hinter das andere Walzenpaar mittelst eines Dampf- oder Wassersäulencylinders transportiren lässt, wo dann das Walzstück von dem auf dem Colamineur laufenden Wagen unter die Walzen geschoben wird. In Dowlais[10]) hat man eine andere Ueberhebvorrichtung bei derselben Walzenstellung. Colamineur.

e. Brown's Walzwerk[11]) besteht aus 2 von einander unabhängigen Walzenpaaren, welche paarweise in entgegengesetzter Rich- Brown's Walzwerke.

---

1) Deutsch. Engineering 1874, Bd. 1, Nr. 24, S. 270. Polyt. Centr. 1873, S, 77. Iron and Steel Inst. 1874, No. 2, p. 348 (Abbldg.). Rev. univers. 1875, Vol. 37, p. 16. 2) Dingl. 149, 99. 3) Oest. Jahrb. 15, 20. Kerpely, Fortschr. 5, 258. 4) Grothe's polyt. Ztschr. 1873, Nr. 44. Deutsch. Engin. 1874, Bd. 2, No. 2. Polyt. Centr. 1873, S. 1444. 5) Grothe's polyt. Ztschr. 1873, No. 44. 6) Ann. d. min. 6, ser. 1, 201. B. u. h. Ztg. 1857, S. 341. Dingl. 166, 73. 7) B. u. h. Ztg. 1872, S. 338. Kick, Techn. Bl. 1872, S. 258. 8) Polyt. Centr. 1867, S. 629. 9) Oest. Jahrb. 1856, Bd. 5, S. 35. 10) Kick, Techn. Bl. 1872, S. 258. 11) Deutsch. Engin. 1874, No. 5, S. 69. Kick, Techn. Bl. 1872, S. 258.

tung hinter einander rotiren und abwechselnd grössere und kleinere Caliber haben. Das Walzstück wird nach dem Durchgang durch das grosse Caliber des ersten Walzenpaares, ohne dasselbe zu berühren, von dem kleineren dahinter befindlichen Caliber des zweiten Walzenpaares gefasst, durch das daneben befindliche grössere, das Stück nicht berührende Caliber dem engeren des ersten Walzenpaares zugeführt u. s. f.

Eine neue englische Vorrichtung, deren Werth sich erst noch durch die Praxis herausstellen muss, aber wegen Complicirtheit der Construction verhältnissmässig kostspielig.

2. Capitel. **Frischmethoden.**

Frischmethoden.

77. Allgemeines. Dieselben erfordern theils chemische (Frischen), theils mechanische Operationen (Zängen), werden in Herden und Flammöfen ausgeführt und weichen namentlich nach dem Frischverhalten des Roheisens (S. 279) ab, welches Modificationen in den Frischperioden (S. 276) bedingt.

Im Allgemeinen empfiehlt sich hinsichtlich der Gleichförmigkeit die Darstellung kleinerer Luppen, welche durch Paquetirung und Schweissung zu grösseren Stücken vereinigt werden. Doch kann für gewisse Fälle, z. B. für grosse Kesselbleche, welche möglichst frei von Schweissnäthen sein sollen, die Herstellung grosser Luppen sich empfehlen (z. B. in Russland in Herden und bei Borsig in Puddelöfen bis zu 2500 kg. Gewicht).

I. Herdfrischen.

Modificationen.

78. Allgemeines. Zur Umwandlung des Roheisens in Schmiedeeisen durch die S. 37, 276 dargestellten chemischen Vorgänge lässt man dasselbe beim Herdfrischen tropfenweise durch einen Gebläsestrom fallen und bringt das Niedergeschmolzene nach jedesmaligem Aufbrechen so oft wieder über den Windstrom, bis die angestrebte Entkohlung eingetreten ist. Dabei wirkt nicht der Sauerstoff der Luft direct entkohlend, sondern durch Bildung von Eisenoxyduloxyd (in Hammerschlag, Gaarschlacke u. s. w.), welches Sauerstoff an den Kohlenstoff abgiebt. Durch gleichzeitiges Niederschmelzen solcher Substanzen mit dem Roheisen oder Durcharbeiten damit kann der Oxydationsprocess beschleunigt werden. Die Abweichungen in der grossen Anzahl von Frischmethoden[1]) werden bedingt:

1. Durch das Verhalten des Roheisens beim Frischen hinsichtlich der Leichtigkeit der Kohlenstoffabgabe. Graues, rohschmelziges Roheisen erfordert zur Ueberführung in Schmiedeeisen die Durchführung der S. 276 angegebenen drei Perioden des Feinens,

1) Wiegand, Frischhüttenbetrieb, Berlin 1837. Overmann, Frischen des Eisens, Brünn 1838 Tunner, Stabeisen- und Stahlbereitung, 2 Bde., Freiberg 1858. Wedding. Darstellung des schmiedbaren Eisens, Braunschweig 1875 (Percy-Wedding's Metallurgie, II. Abthlg. 3). Kerl, Met. 3, 436. Stridsberg über Stahlfabr. in Jern-Kontorets Ann. 1871, Hft. 4. Schmiedewerkzeuge in Jordan's Cours de Métallurgie 1874, Taf. 62. Chemische Vorgänge beim Herdfrischen durch Analysen der Producte erläutert von Calvert in B. u. h. Ztg. 1858, S. 34; von Botischew in Oest. Ztschr. 1862, S. 29; von Lan in Ann. d. mines 5. Ser., Tom. 15, p. 85.



Roh- und Gaarfrischens (Dreimalschmelzerei). Spiegeleisen oder schwächer gefeintes Roheisen (S. 280) erfordert nur die beiden letzten Perioden (Zweimalschmelzerei) und stark gefeintes oder kohlenarmes Weisseisen (luckige Flossen) nur die letzte Periode (Einmalschmelzerei). Die Stahlerzeugung erfordert für Graueisen nur die beiden ersten Perioden (Zweimalschmelzerei), für gefeintes und diesem ähnliches Roheisen nur die zweite Periode (Einmalschmelzerei).

2. Durch die Reinheit des Roheisens, z. B. Modification des Klump-, Durchbrech- und combinirten Klump- und Durchbrechfrischens bei mehr oder wenig Schwefel enthaltendem Roheisen.

3) Durch lokale Verhältnisse und Gewohnheiten, sowie durch ökonomische Verhältnisse, je nachdem es z. B. mehr auf eine Ersparung an Brennmaterial (bedeckte Frischfeuer, heisser Wind, weitere Benutzung der Gichtgase zum Vorwärmen des Roheisens, zum Schweissen und Puddeln u. s. w.), oder eine grosse Production oder einen möglichst geringen Eisenabbrand ankommt.

Hinsichtlich des letzteren, sowie der Brennstoffersparung hat die Lancashireschmiede (S. 289) andere Methoden, z. B. die Wallonarbeit in Spanien, immer mehr verdrängt.

Auf die ökonomischen Verhältnisse influiren noch

a. Die Abweichungen, ob das Ausheizen der Schirbel (S. 287) für das Schmieden in Verbindung mit dem Frischprocess, in demselben Herde (z. B. bei der deutschen Frischschmiede) oder in besonderen Apparaten (Schweissfeuer, Schweissofen) ausgeführt wird (Wallonarbeit).

b. Die Anwendung von Hammer- oder Walzwerken zur Verarbeitung der Schirbel je nach der Grösse der Production (gewöhnlich Schweissfeuer in Verbindung mit Hammerwerken, bei grösserer Production, z. B. bei der Lancashireschmiede in Schweden, Walzwerke in Verbindung mit Gasschweissöfen; in Russland[1]) Schweissen der unter schweren Hämmern gedrückten Luppen in Schweissöfen mit gedarrtem Holz oder mit Regenerativfeuerung).

c. Die Grösse der Luppen (S. 332).

d. Die Anwendung kalter oder erhitzter Gebläseluft[2]), welche letztere unter Beförderung des Rohganges Brennstoffersparung herbeiführt.

e. die Qualität des Brennmaterials[3]), als welches hauptsächlich die aschenarmen und eine hinreichende Temperatur gebenden Holzkohlen angewandt werden. (Harte Holzkohlen befördern wegen intensiverer Hitzeentwickelung das Einschmelzen des Roheisens, somit den Rohgang.) Die schwer verbrennlichen Cokes mengen sich in das teigartige Eisen, verbrennen auf Kosten des Sauerstoffs der Schlacke und verzögern die Entkohlung. Rohe Brennstoffe geben entweder nicht die erforderliche Hitze oder verunreinigen, ausser anderen Unannehmlichkeiten (Zusammenbacken, Zerfallen u. s. w.), das Product (Torf. Steinkohlen) und eignen sich somit besser für das Puddeln. Anthracit verhält sich ähnlich wie Cokes.

Als Extreme des Arbeitsganges unterscheidet man den Gaar- und Rohgang, je nachdem das eingeschmolzene Roheisen mehr oder weniger leicht zu einer breiartigen Frischeisenmasse gerinnt (verkocht, gaart) und sich eine eisenreiche Gaarschlacke (S. 278) bildet, oder das Eisen dünn einschmilzt und unter Bildung einer dünnflüssigen eisenärmeren Rohschlacke (S. 276) nur langsam Arbeitsgang.

1) Tunner, Russl. Montanindustr. S. 134, 126. 2) Kerl, Met. 3, 460. 3) Kerl, Met. 3, 449.

gerinnt. Je nach der Reinheit des angewandten Roheisens und je nachdem ein mehr stahl- oder schmiedeeisenähnliches Product erzeugt werden soll, ist auf Gaargang oder Rohgang hinzuwirken, z. B. bei rohschmelzigem reinen Roheisen auf Gaargang, bei solchem unreinen Graueisen oder unreinem Weisseisen auf Verzögerung des Frischens zur Abscheidung der Unreinigkeiten.

Regulirung des Arbeitsganges.

Als Mittel zur Herbeiführung von Gaargang dienen für Schmiedeeisen der S. 288 angegebene Feuerbau, langsames Einschmelzen des Roheisens, öfteres Abstechen der Schlacke, schwache Windpressung, Anwendung kalter statt erwärmter Luft, grober weicher Holzkohlen und gaarender Zuschläge (S. 285), bei Rohgang die gegentheiligen Mittel.

Kennzeichen.

Als Kennzeichen zur Beurtheilung des Herdganges dienen: Consistenz und Farbe des Eisens im Herde, Aussehen der Schlacke (Lacht), Helligkeit der Flamme und Funken, Aussehen der Ansätze (Spiess-, Frischvögel) am Spette. Bei Gaargang ist das Eisen mehr oder weniger blendend weiss, zeigt als dicker Teig beim Durchstechen mit dem Spett einigen Widerstand, ohne sich jedoch hart anzufühlen, und giebt lichte Spiessvögel; die zähflüssige Schlacke ist weiss. Bei Rohgang fühlt sich das Eisen mit dem Spett flüssig an und die daran haftende roth erscheinende sehr flüssige Schlacke enthält Eisenkörner. Flamme und Funken nehmen mit dem Verlauf des Processes an Helligkeit zu und es deuten rothe Funken auf Schlackentheile, weisse sternartige auf verbrennendes Eisen. Durch zu hohe Temperatur (hitziger Gang) wird wegen Dünnflüssigkeit der Masse die Gaarung verzögert, bei zu niedriger Temperatur (kalter Gang) das Frischen beschleunigt, indem dann beim Vermengen von Roheisen und Schlacke im teigartigen Zustande die Reactionen energischer stattfinden. Eine zu reichliche Schlackenmenge (schlackiger Gang) verzögert, eine zu geringe (trockener Gang) beschleunigt das Frischen bei stärkerem Eisenabbrand, welcher 20—40 Proc., meist nicht über 26—28 Proc. beträgt.

Windmengen.

In den verschiedenen Perioden sind folgende Windmengen erforderlich. Feinperiode: durchschn. pro Min. bei gaar- und rohschmelzigem Eisen resp. 4.8—4.6 und 4.8—5.6 cbm. mit 4.9 dkg. Pressung pro 1 qcm.; Rohfrischperiode 6.2—6.5 cbm. von 3.7 dkg. Pressung; Gaarfrischperiode: 7.4—7.7 cbm. mit 7.3 dkg. Pressung.

Methoden.

79. Schmiedeeisendarstellung. Dieselbe geschieht hauptsächlich nach folgenden Methoden [1]):

Deutsche Frischschmiede.

A. Dreimalschmelzerei (Aufbrech- oder deutsche Frischschmiede mit ihren Varietäten, Bruchfrischen) für halbirtes oder graues, also rohschmelziges, gewöhnlich reineres Eisen bei folgenden Manipulationen:

1. Gänzeschmelzen. Füllen des Herdes (Fig. 135) mit Kohle, Vorschieben der am Gichtzacken eingesetzten Roheisengänze, mit kleinen Kohlen bedeckt, allmälig in den Focus zum tropfenweisen Niederschmelzen im Windstrom bei Zusatz von mehr Gaar- oder mehr

1) Frischverfahren bei Darstellung von Drahteisen, B. u. h. Ztg. 1870, S. 203.

Rohschlacken je nach Reinheit und Graphitgehalt des Eisens, wobei die chemischen Vorgänge der S. 276 geschilderten Fein-Periode stattfinden. Ablassen eines Theiles der Rohschlacken durchs Lachtloch und Ersetzung derselben je nach Beschaffenheit des Eisens durch mehr oder weniger Gaarschlacke; Benutzung der Abhitze des Feuers zum Schweissen der Schirbel der vorher erzeugten Luppe in ersterem selbst und Ausschmieden derselben.

2. Roh- oder Bruchfrischen. Ausräumen von Kohlen, Zerbrechen des teigartigen Feineisens auf der Herdsohle in mehrere Stücke (Rohaufbrechen), Aufgeben von Kohlen, Heben der einzelnen Stücke mit dem Spett über die Form, Niederschmelzen der einzelnen Brocken vor derselben, wobei eine phosphorreiche und sorgfältig zu entfernende Rohschlacke sich bildet, zu einem stahlartigen Klumpen, welcher je nach der Reinheit entweder ganz über die Form gebracht oder noch mehrere Male aufgebrochen wird, bis nach dem letzten Aufbrechen (Gaaraufbrechen) die Brocken zu einem nun nicht mehr ganz flüssigen Klumpen zusammengeschmolzen werden (Gaareinschmelzen), der mit gaarenden Zuschlägen, nachdem Gaarschlacke abgelassen, im Ganzen über die Form gebracht, durch Drehen und Wenden im Windstrom von noch rohen Stellen befreit, mit Spetten zusammengedrückt wird und als Luppe (Deul, Dachel)

3. zum Zängen gelangt. Vorziehen der Luppe mit dem Luppenhaken bis vor den Hammerstock eines Aufwerf- oder Stirnhammers (S. 314), Beklopfen derselben, Aufsetzen mittelst des Luppenbaumes auf den Ambos, Umwandlung derselben bei anfangs langsameren, dann rascheren Hammerschlägen und passendem Drehen mit der Zange unter Ausfliessen von Schlacke (Stockschlacke, Stockweich, Schwahl), Entweichen von blauen Flämmchen und Zusammenschweissen der Eisentheilchen in parallelepipedische, auch aufrecht gehämmerte (gestauchte) Stücke (Massel), welche mittelst Setzeisens unter dem Hammer in mehrere Stücke (Schirbel, Zaggel) getheilt und diese behuf des Ausschmiedens während des Einschmelzens des Roheisens im Frischfeuer selbst, seltener in eigenen Wärmfeuern (Halbwallonenschmiede) oder Schweissöfen (Russland) in Schweisshitze gebracht werden. Beim Aufgiessen von Wasser auf das geschmiedete Stück werden unganze Stellen oder Blasen durch dunklere Flecke angezeigt.[1]) Theilweise ausgerecktes (ausgeheiztes) Eisen nennt man Prügel.

Einsatz 100—200, durchschn. 110—120 kg. Roheisen, Ausbringen 72—75 Proc.. Aufwand von 1—1.5 cbm. Holzkohlen, bei Vorwärmherden nur 0.7 cbm. und bei gleichzeitiger Winderhitzung bis 0.48 cbm. pro 100 kg. ausgeschmiedetes Eisen, Frischdauer 4—6 Stunden, Dauer des Zängens 30—35 Min. — In Russland[2]) für Kesselbleche Luppen bis zu 2540 kg. Grösse aus grossen Herden (S. 288) bei 105 mm. Quecksilberpressung und mehr, 30-40 Proc. Eisenabbrand und 0.312—0.340 cbm. Holzkohlen auf 100 kg. Eisen.

Als Modificationen der deutschen Frischschmiede gelten u. A.: *Modificationen.*

a. das Klump-, Durchbrech- und combinirte Klumpdurchbrechfrischen, je nachdem man nach der ersten Periode *Klumpfrischen u. s. w.*

1) Tunner, Russl. Montanindustr. S. 136. 2) Tunner, Russl. Montanindustr. S. 135.

den ganzen Klump über die Form bringt und denselben beim Niederschmelzen gaart (bei reinem Roheisen und Erstrebung stahlartigen Eisens), oder den Klump in viele einzeln zu gaarende Brocken theilt (Durchbrechfrischen bei sehr unreinem Roheisen) oder nur wenige, dann für sich zu gaarende Brocken bildet (combinirte Methode für Roheisen von mittlerer Beschaffenheit).

Anlauf-schmiede.

Fig. 182.

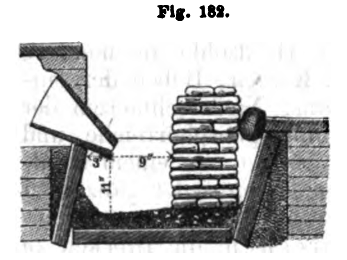


Fig. 183.

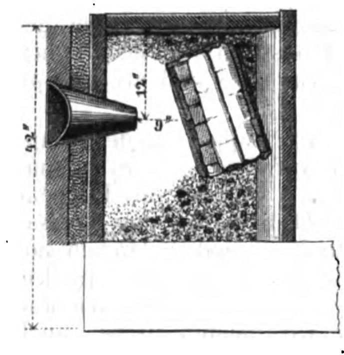
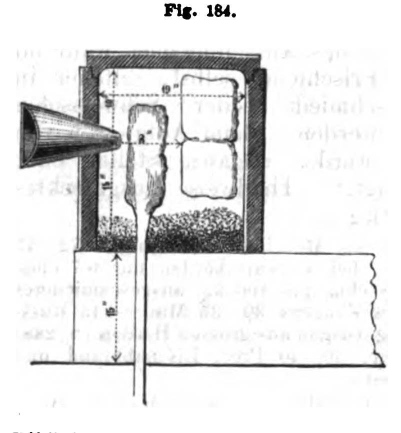


Fig. 184.



b. Anlauf- oder Judenfrischen.[1]) Umdrehen einer Eisenstange (Anlaufstab) in der gaarenden Masse, Ausschmieden des daran haftenden Anlaufeisens (Kolben) und Abhauen desselben.

Fig. 182—183 zeigen die Aufstellung eines Roheisenschrankes auf einer Lage von Lösche und darauf einem Bette von Gaarschlacken bei der böhmischen Anlaufschmiede; Fig. 184 die Aufstellung zweier Roheisenstösse und des Anlaufkolbens bei der mährischen Anlaufschmiede. — Das Anlaufen ist auch bei der Rhonitzer Arbeit üblich, bei welcher ein Gemenge von eingeschmolzenem Roheisen und eingerührter Gaarschlacke in der Herdmitte auf einen Haufen gebracht (Fig. 185, 186), der Wind langsam angelassen, der Herd mit Lösche und Kohlen gefüllt und nach dem Gaaren des Eisens der Anlaufstab eingebracht wird.

Comté-feuer.

c. Französische oder Franche-Comté-Schmiede[2]) (S. 288). Beschleunigung des Processes durch vieles und rasches Arbeiten, namentlich häufiges Aufbrechen schon während des Ausschmiedens.

Beispiele.

Hammerau (Baiern). Die Figuren 137, 188 zeigen das Ausheizen der Schirbel, welches gleichzeitig mit dem Einschmelzen der auf Rollen über den Hinterzacken vorgeschobenen Roheisenganz stattfindet. — Eisenarzt (Bayern). Verfrischen von grauem Holzkohlenroheisen in Comtéfeuern mit Vorwärmherd und Winderhitzung. Während des Einschmelzens des vorgewärmten Roheisens wird die Luppe von der vorigen Charge unter Aufwerfhämmern zu Prügeln ausgereckt, bei starkem Wind die Schmelze 3—4 mal aufgebrochen und unter fleissiger Arbeit an die Luppe geschmolzen. Breite des Feuers 0.575, Länge 0.523, Form über dem Boden 0.236, vom Hinterzacken 0.314 m. und 79 mm. ins Feuer ragend. Windtemperatur 112—125° C., Windpressung 46—52 mm. Quecksilber; Form 26 mm. hoch und 39 mm. breit mit 8—15° Stechen. Einsatz 85 kg. Graueisen und 6—8 kg. Alteisen; 10 Chargen

1) Kerpely, Eisenhüttenwesen Ungarns, S. 35, 56. B. u. h. Ztg. 1869, S. 235. 2) Oest. Ztschr. 1874, No. 11 (Russisches Blecheisen). Ann. d. min. 1869, livr. 2, p. 387. Kerpely, Eisenhüttenwesen Ungarns, 1872, S. 56, 102, 121, 127. Jordan, Cours de Métallurgie, 1874, Taf. 59, 60.

in 24 St. bei 77—80 Proc. Ausbringen. Kohlenverbrauch 0.587—0.618 cbm. = 60 kg. pro 100 kg. ausgerecktes Eisen. — Königsbronn in Würtemberg: Comtéfeuer von 0.628 m. Länge, 0.471 m. Breite und 0.209—0.235 m. Tiefe, Form entfernt vom Hinterzacken 0.288 m., ragt ins Feuer 0.078 m., Stechen 8°, Formhöhe 17.5 mm., Formweite 38 mm., Windtemperatur bis 100° C. Zwei überwölbte Feuer mit Vorwärmer heizen einen Dampfkessel zum Betrieb der schmiedeeisernen Hammerwelle; das vorgewärmte Weisseisen kommt auf den Boden, darauf das Graueisen, Einschmelzen des Roheisens während des Ausschmiedens der vorher gehenden Charge, 2—3-maliges Aufbrechen und Schmelzen an die Luppe nach Zusatz von altem Eisen. Einsatz 113 kg., Production in 24 St. 725 kg. Prügeleisen von 39 mm. im Querschnitt. Ausbringen 78.2 Proc., Kohlenverbrauch 0.482 cbm. = 63 kg. — Schweden[1]): für kleinere Hüttenwerke ohne Walzwerk, Abgang geringer als bei der Lancashireschmiede mit Schweissofenbetrieb, dagegen Wochenproduction nur 3800—4300 kg. mit 0.97—1.16 cbm. Kohlen pro 100 kg. — Belgien.[2]) Einziges Comtéfeuer zu Couvain; auf 100 Eisen 130—140 Kohle.

Fig. 185.

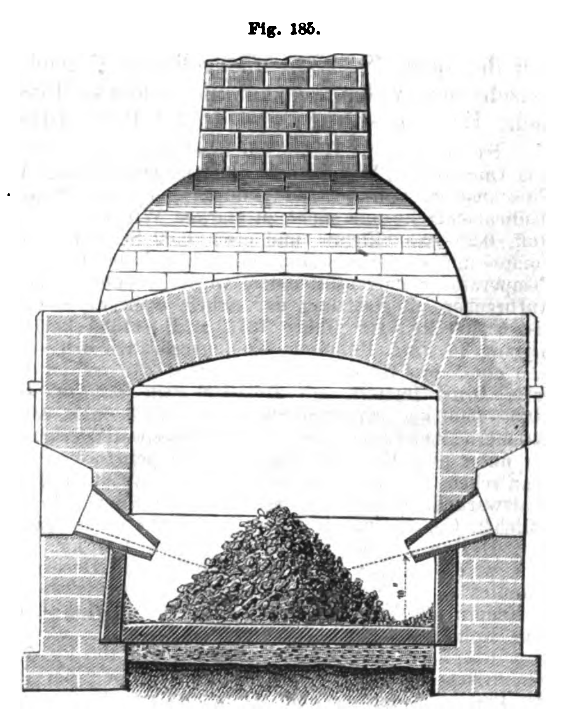
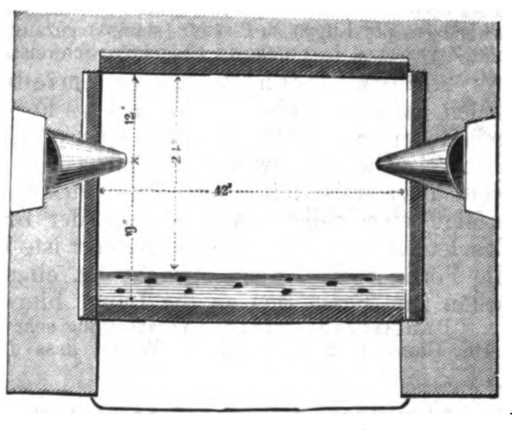
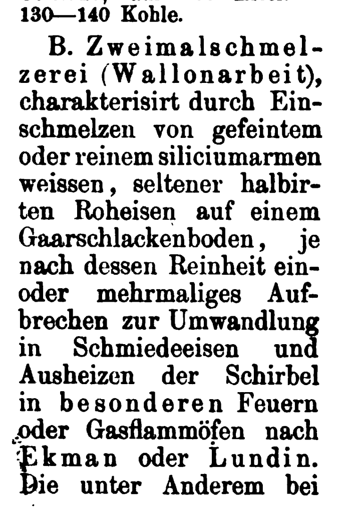


Fig. 186.





B. Zweimalschmelzerei (Wallonarbeit), charakterisirt durch Einschmelzen von gefeintem oder reinem siliciumarmen weissen, seltener halbirten Roheisen auf einem Gaarschlackenboden, je nach dessen Reinheit ein- oder mehrmaliges Aufbrechen zur Umwandlung in Schmiedeeisen und Ausheizen der Schirbel in besonderen Feuern oder Gasflammöfen nach Ekman oder Lundin. Die unter Anderem bei

Wallonarbeit.

1) Åkerman, Eisenfabrikation in Schweden 1873, S. 26. (mit Zeichnung).

2) Rev. univers. 34, 294

der Lancashireschmiede vorkommende Anwendung bedeckter ein- oder zweiförmiger Feuer mit Winderhitzung und Vorglühherden gestattet bei Brennstoffersparung grosse Productionen, zu deren Weiterverarbeitung Gasschweissöfen und Walzwerke förderlich sind.

Lancashireschmiede.

1. Englische Wallonschmiede (Lancashireschmiede) von der oben (S. 289.) angegebenen Einrichtung, das vollkommenste Frischfeuer, welches gegen die deutsche Frischschmiede 5—10 Proc. mehr Eisen ausbringt und an 33 Proc. Brennmaterial spart.[1])

Beispiele.

Schweden[2]): Herde mit zwei gegenüber stehenden Wasserformen von 3.5 qcm. Querschnitt, Windpressung 80 mm. Quecksilber, Windtemperatur 100—200° C.; Einschmelzen von 68—128, durchschnittlich 90 kg. Roheisen (halbweiss, bei Bisilicatschlacke und nicht zu starker Winderhitzung erfolgt, mit etwa 4 Kohlenstoff, 0.25—0.3 Silicium und etwa 0.02 Schwefel und Phosphor; Eisen für die Comté- und deutsche Frischschmiede mit bis 0.5 Proc. Silicium wird bei höherer Temperatur erzeugt) auf einem vorher gebildeten Boden von Gaarschlacke, dann Aufbrechen, Fortsetzung der Arbeit während 6 Tagen Tag und Nacht bei 6800 bis 12,800 kg. (im Jahre 1873 z. B. 11335 kg.) Production an Schirbeleisen, Abgang 13 Proc. Roheisen, Kohlenverbrauch 0.46—0.66 cbm. (im Jahre 1873 z. B. 0.50 cbm.) pro 100 kg. Luppenstücke; Zängen der Luppen auf kleineren Werken unter Brusthämmern mit Holzstiel von 850 kg. Gewicht, auf grössern unter 3400—4300 kg. schweren Stirn- oder auch unter 650—1300 kg. schweren Dampfhämmern, neuerdings auch unter Luppenwalzwerken ohne Aufwärmung; Erhitzen der unter dem Hammer gezängten Luppenstücke in Schweissfeuern, meist in Ekman'schen Schweissöfen und Verarbeitung des Luppenstücks unter Hammer- oder Walzwerken. Diese Frischmethode liefert im Vergleich zu der in Schweden noch üblichen Comté- und Wallonschmiede das gleichmässigste und dichteste Eisen.

Dillinger Hütte. Frischen von 100 kg. schweren Sätzen von Alteisen u. s. w. (50 Abfälle von dünnem Blech, 20 Drehspäne, 7.5 Brucheisen, 7.5 verbranntes Eisen, 5 Alteisen, 5 Gaareisen aus Schweissöfen, 5 dickere Blechabfälle) in Feuern mit Vorwärmherd und heissem Wind; Ausbringen 80 Proc. mit 0.165 cbm. Kohlen auf einen Satz.

Kärnthen.[3]) Kohlenverbrauch pro 100 kg. Erzeugung 1.74 cbm., bei der Kleinfrischerei 1.22 cbm., Calo 17—24 Proc., bei der Blattlarbeit 30—33 Proc. (im Puddelgasofen 0.4 cbm. Holz und zur Vollendung der Waare in Siemens' Gasschweissofen 0.28 cbm., zusammen 0.68 cbm.).

England. Verarbeitung von mit Cokes gefeintem Roheisen, welches bei der Südwaleser Schmiede aus dem Feineisenfeuer flüssig in den Frischherd auf Ansatzeisen und Stockschlacke gelangt, damit gemengt vor der Form niedergeschmolzen, die Luppe zu Platten (stamps) gezängt und diese nach dem Ablöschen und Zerbrechen in Stücke in bedeckten Schweissfeuern ausgeheizt wird.

Schwed. Wallonschmiede.

2. Schwedische Wallonschmiede. Einschmelzen von Stockweich, dann von einem Theil des ins Feuer mittelst einer Zange eingehaltenen Schirbels (Fig. 187) der vorigen Charge behuf Bildung des Frischbodens, während gleichzeitig schon Roheisen (fast ganz weiss oder weiss mit grauen Punkten bei sehr basischer Beschickung erfolgt) einschmilzt. Arbeiten mit der Brechstange, sobald ein Theil des letzteren auf den Boden gelangt ist, Heben der Eisentheile über die Form, sodass, wenn etwa 35 kg. eingeschmolzen sind, die Masse schon zum Schmelzen an die Luppe hinreichend gaar ist.

Beispiel.

Danemoradistrict.[4]) Verarbeitung sehr reiner strahliger oder stark halbirter Gänze in 2 Herden in der Weise, dass das Schirbeleisen aus dem einen

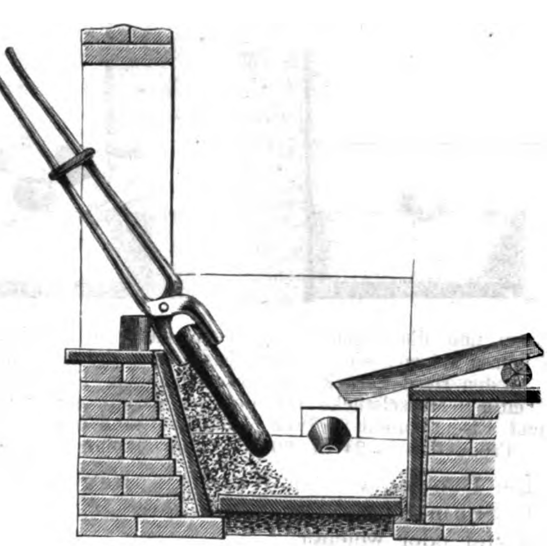
1) Berggeist 1858, S. 110. 2) Åkerman, Paris. Ausst.-Ber. S. 24, 26. Åkerman-Tunner, Studien 1872, S. 53. Kerpely, Wien. Ausst.-Ber. S. 154. Kerl, Met. 3, 477. B. u. h. Ztg. 1874, S. 234. Percy, Metallurgy, Iron p. 591. 3) Katalog der Wien Ausst. der Kärnthnerischen Montanindustriellen, Klagenfurt 1873, S. 124. Åkerman, Wien. Ausst.-Ber., Stockholm 1874, S. 76 (Schwedisch). 4) Åkerman, Eisenfabrik. Schwed. S. 26.

in dem anderen geschweisst wird; Wochenproduction 8500—10700, selbst 12700 kg. Stabeisen mit 0.15—0.19—0.23 cbm. Holzkohlen pro 100 kg. Anwendung des zwar ungleichartigen und harten, aber reinen und kürzere Cementirzeit erfordernden Eisens zur Stahlfabrikation.

Brockenfrischen.

3. Müglaoder Brockenfrischen, charakterisirt durch Einrühren von Gaarungsmitteln in das mehr roh eingeschmolzene Roheisen, Zertheilung d. Masse in Brocken, welche aus dem Herd genommen und einzeln gaar eingeschmolzen werden (früher in Kärnthen, jetzt noch wenig in Südtyro üblich).

Fig. 187.



Einmalschmelzerei.

C. Einmalschmelzerei für reines, manganhaltiges, gaarschmelziges Weisseisen (Oesterreichische Schwahlarbeit, Steyersche und Siegensche Methode, Osemünd- und Löschfeuerschmiede) und für in Herden stark gefeintes Roheisen von der Beschaffenheit des luckigen Roheisens (Bratfrisch- oder Kärnthner Löscharbeit, Tyroler Schmiede[1]), steyersche Zerrennschmiede, Kärnthner Kortitschschmiede), welche Eisensorten nach dem Einschmelzen mit Gaarungsmitteln auf einem Gaarschlackenboden schon nahezu gaar sind. Noch zu rohe Theile (Dünneisen) müssen durch Aufbrechen und erneutes Niederschmelzen (Nach- oder Zurennen) gegaart werden. Die Schirbel der vorhergehenden Charge werden entweder vor dem Einschmelzen (Steyersche und Kärnthner Löscharbeit, Tyroler Schmiede) oder gleichzeitig mit demselben ausgeheizt (Oesterreichische Schwahlarbeit, Siegensche und Steyersche Einmalschmelzerei).

Beispiele.

Alpenländer.[2]) In denselben ist die Einmalschmelzerei mit Vorfrischen meist durch die Wallon- und Aufbrechschmiede ersetzt, welche weniger Brennstoff erfordert (0.3—0.67 cbm. pro 100 kg. Zaggeln oder Masseln und 0.67—0.92 cbm. pro 100 kg. ausgeschweisstes Eisen) und grössere Production giebt (in 12 St. 560—672 kg.)

Oesterreichische Schwahlarbeit[3]) wird in einem Feuer mit Winderhitzung und Vorglühherd ausgeführt und bedarf bei 14—15 Proc. Abgang auf 100 kg. Deuleisen circa 1 cbm. Holzkohle.

1) B. u. h. Ztg. 1873, S. 94. 2) Kärnthn. Ztschr. 1869, S. 49. 3) Berggeist 1857, S. 340. Kerpely, Eisenhüttenwesen Ungarns 1872, S. 19, 20.

Siegensche Einmalschmelzerei (Fig. 188, 189). *a* vierseitiges Gehäuse an der Arbeitsseite, durch welches man mit dem Spett bequem über die Sohle

Fig. 188.

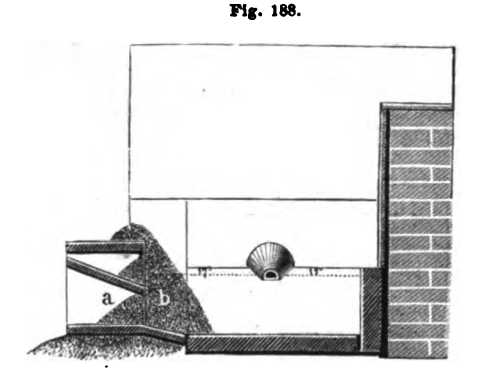
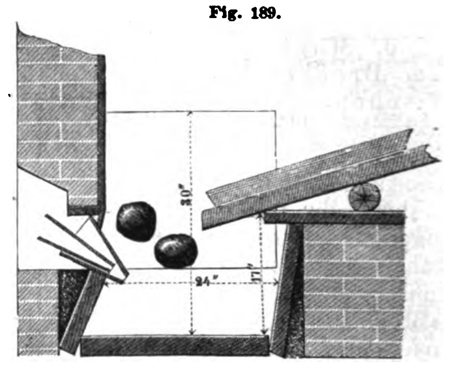


Fig. 189.



hinfahren und die Schlacke abstechen kann. *b* mit Lösche gefüllter Vorherd. Die Figuren zeigen, wie gleichzeitig die über die Gichtplatte unter 25—30° Neigung in den Herd gerückte Roheisenganz zum Einschmelzen gelangt, während gleichzeitig 2 Masselstücke von der Arbeitsseite aus zum Ausheizen eingehalten werden. Eisenabbrand 25 Proc., Kohlenaufwand 0.371 cbm. auf 100 kg. Materialeisen. Production in 24 St. 2000 kg. unvollkommen geschweisstes Materialeisen.

Herdfrisch-producte.

Die **Producte vom Herdfrischen** sind:

1. **Schmiede- oder Stabeisen**[1]), je nach dem Kohlenstoffgehalt härter oder weicher.

	a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.	h.
Chem. geb. Kohlenstoff / Graphit	0.26	0.24	0.087	0.054	0.340	—	—	0.144
Silicium	0.03	0.025	0.115	0.028	Spr.	0.029	0.072	0.07
Schwefel	—	—	0.220	0.055	—	0.132	Spr.	—
Phosphor	—	Spr.	0.034	Spr.	0.066	0.197	0.272	0.51
Mangan	0.05	Spr.	—	—	—	—	—	Spr.
Kupfer	—	—	—	—	—	Spr.	Spr.	—

a. Bestes Danemoraeisen. b. Schwedisches Eisen. c. und d. desgl. zu Cementstahl. e Russisches Eisen. f. Von Poduroj in Ungarn, feinkörnig und zähe. g. Ebend., grobkörnig und rohbrüchig. h. Franz. Eisen, kaltbrüchig.

2. **Eisenfrischschlacken**[2]) mit 40—75 Proc. Eisen und mehr, und zwar rohe und gaare.

	a.	b.	c.	d.
Kieselsäure	32.1—32.4	10.5—21.0	33.30	11.54
Eisenoxydul	57.3—65.3	65.1—84.8	52.42	60.02
Manganoxydul	1.4— 2.4	Spr.— 3.8	—	—
Magnesia	0— 1.0	—	—	—
Kalkerde	0.5 – 2.8	—	3.98	5.08
Thonerde	Spr.— 3.0	1.2— 3.5	8.55	11.15
Kali	0— 0.3	—	—	—
Eisenoxyd	—	bis 10.08	3.84	7.28
Phosphorsäure	—	—	6.27	4.58

a. und b. Harzer Roh- und Gaarschlacken. c. und d. Dobriver rohe und gaare Anlaufschlacken.

Die **Rohschlacken** (S. 276), Singulosilicate von Eisen- und Manganoxydul mit geringen Mengen von Thonerde, Kalkerde und Alkalien, aus Brennmaterial[1]),

1) Analysen: Kerl, Met. 1. 701. B. u. h. Ztg. 1864, S. 322, 289. Dingl. 197, 152. Oest. Jahrb. 19, 394. Kerpely, Fortschr. 8—10, 441. 2) Analysen: Kerl, Met. 1, 868. B. u. h. Ztg. 1861, S. 355; 1869, S. 426. Preuss. Ztschr. 22, 282. Darstellung von Vanadin aus Taberger Frischschlacken: Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1875, S. 126.

Herdmaterial u. s. w. aufgenommen, werden bei grosser Unreinheit abgesetzt, sonst aber mit Eisenerzen verschmolzen (S. 55), nachdem sie wohl vorher zur Abscheidung eines Phosphorsäuregehaltes gesaigert sind (S. 56). Die Gaarschlacke, Gemenge von Eisensingulosilicat mit Eisenoxyduloxyd, geht zum Frischen für sich oder als Kortitsch (S. 339) zurück oder in den Hohofen. Am reichsten an Phosphorsäure pflegt die Schlacke der zweiten Periode zu sein. Schwahl- und letzte Gaarschlacke enthalten bis 20 Proc. Eisen eingemengt.

3. Schwahl, Schwall, Weich, Sinter, die sehr gaare Schlacke, welche erstarrt aus dem Frischherd geräumt wird.

4. Zängeschlacke, Stockschlacke, Stockweich, beim Zängen der Luppen ausgepresste Schlacken, eisenreicher und gaarer als Schwahl und Gaarschlacke.

5. Frischfeuergase[1]), je nach der Periode des Processes von verschiedener Zusammensetzurg, nutzbar gemacht zum Vorwärmen des Roheisens und abzuschweissenden Frischeisens, zum Heizen von Puddelöfen (S. 289), zur Winderhitzung, zur Heizung von Dampfkesseln (Jekaterinenburg)[2]) u. A.

80. Stahldarstellung.[3]) Behuf Erzeugung von Stahl muss der mit möglichst reinem Rohmaterial auszuführende Frischprocess nach der zweiten Periode (S. 376) unterbrochen und je nach der Reinheit des Materialeisens und dessen Gaarschmelzigkeit mehr oder weniger in die Länge gezogen werden, um den Unreinigkeiten Zeit zur Abscheidung zu lassen. Als Mittel hierzu kommen in Anwendung: roher Feuerbau[4]) (S. 288) zur Verzögerung des Frischens bei starker Windpressung und stärker stechender Form (12—25°), damit eine hinreichend oxydirende Wirkung eintritt, ohne dass die Masse aufgebrochen und über die Form gebracht wird; Anwendung einer roheren, manganhaltigen (in Folge Anwendung von manganhaltigem Roheisen oder manganhaltiger Zuschläge), dünnflüssigen Schlacke in reichlicherer Menge und bei stärkerer Hitze (deshalb Sandsteinboden statt durch Wasser gekühlter Eisenboden), weil die dünnflüssigeren Massen weniger energisch auf einander wirken, als teigartige; Einschmelzen des Roheisens in kleinen Partien (Heissen) hinter einander, um den Process mehr in der Gewalt zu haben und wobei das Einschmelzen mit dem Gaaren Hand in Hand geht. Die erfolgenden Luppen (Schrei, Cotta) werden zur Verhütung einer weiteren Entkohlung meist in besondern verdeckten Feuern ausgeheizt. Abweichungen v. Herdfrischen.

Trotz der Abkürzung der Oxydationsperiode erfordert die Herdstahldarstellung mehr Zeit, fast doppelt so viel Kohlen und etwa $1^1/_2$mal so viel Arbeitslöhne, als die Schmiedeeisenerzeugung und der Unterschied in den Herstellungskosten ist verhältnissmässig grösser als beim Puddeln beider. Der Herdstahl ist noch mit den Namen Roh-, Schmelz-, Holzkohlen- und natürlicher Stahl bezeichnet worden.

Bei der Empfindlichkeit des Stahls gegen Verunreinigungen bedarfs der reinsten Rohmaterialien, gewöhnlich des Holzkohlenroheisens, da die meisten Cokesroheisensorten auch wegen zu ge- Rohmaterial.

1) Ann. d. min. 4 sér. 3, 167. Bgwfd. 6, 296; 7, 1. 2) Tunner, Montanind. Russlands S. 134. 3) Tunner, Stabeisen- u. Stahl-Darst. l. II, 222. Kerl, Met. 3, 602. B. u. h. Ztg. 1869, S. 158. 4) Rohstahlfeuer zu Reichraming mit Glühherd u. Winderhitzungsapparat: B. u. h. Ztg. 1868, S. 80.

ringen Kohlenstoffgehaltes zur Stahlfabrikation im Herd sich nicht eignen, während sie im Puddelofen nutzbar sein können. Je rohschmelziger das Eisen, um so unreiner kann es sein. Zur Erkennung des Herd-

Herdgang.

ganges dienen ebenfalls die Consistenz der Masse (ein roh und wenig verändert eingeschmolzenes Roheisen, Dünneisen, nennt man Sauer), die Beschaffenheit der Schlacke (Lacht, Sinter), die Helligkeit der Flamme (Lauch) und der Funken. Je weisser die Ansätze (Frischvogel) am Spett sind und je inniger sie daran haften, um so gaarer ist der Gang.

Die Herdstahlbereitung ist ein besonders noch in Innerösterreich[1]) heimischer Industriezweig, dessen Zukunft aber bei den hohen Kohlenpreisen (1.4 bis 2.8 cbm. Kohle auf 100 kg. Rohstahl, deren Preis von 1 auf 10 gestiegen ist) in Folge fortschreitender Einführung des Puddel-, Bessemer- und Martinprocesses, Ersatzes der Hammerwerke durch Walzwerke, Concentration der Hüttenwerke u. s. w. immer unsicherer wird. Zu wesentlicher Brennstoffersparung trägt die Benutzung der Ueberhitze aus den Rohstahlfeuern bei, z. B. zum Stahlpuddeln.[2])

Zweimalschmelzerei.

A. Zweimalschmelzerei für rohschmelziges Eisen, aber modificirt, je nachdem dasselbe graues oder Spiegeleisen ist. Bei ersterem ist die Feinperiode deutlich ausgeprägt und der Process geht in die Dreimalschmelzerei über, bei letzterem wechselt die Feinperiode mit der zweiten oder Stahlbildungsperiode, indem zu wiederholten Malen geringe Mengen Roheisen (Heissen) behandelt werden.

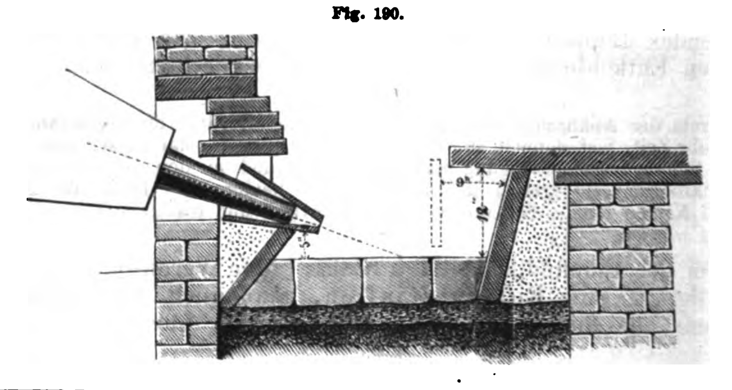
Rivoisprocess.

1. Dauphinéschmiede oder Rivoisprocess[3]) für Graueisen. Einschmelzen von 1250 kg. Roheisen bei schwachem Stechen der Form mit wenig gaarenden Zuschlägen bei starkem Winde während 4—5 St., Feinen desselben unter Zusatz gaarender Substanzen bei stark stechendem Winde, Abkühlen der Masse bis zum Dickflüssigwerden, Beginn des Rohfrischens unter Abtechen der Rohschlacke, Abräumen des Feuers, Einrühren von Hammerschlag, wobei nach 5—7 St. eine halbgaare schwammige Kruste sich bildet, dann Gaarfrischen durch Aufbrechen der Kruste zu 5—6 Deulen, welche etwa 1/4 St. in der flüssigen Gaarschlacke umgewendet, dann gezängt werden. Frischdauer 18—24 St., ungleich mässiges Product, Abbrand 8—9 Proc., Verbrauch von 0.99 cbm. Kohlen auf 100 kg. Rohstahl.

Siegen. Methode.

2. Siegener Methode für Spiegeleisen und Weissstrahl. Der Sandsteinboden des Frischfeuers (Fig. 190, 191) ruht auf einer Lehmsohle, diese auf Schotter; Form und Gichtzacken sind stark geneigt. Stechen der

Fig. 190.



1) Kerpely, Wien. Ausst.-Ber. S. 206 (Nomenclatur f. d. Hammerzeichen, die Stahlsorten u. s. w.). 2) B. u. h. Ztg. 1868, S. 106. 3) B. u. h. Ztg. 1860, S. 181, 441.

Düse 15—20°. Einschmelzen in dem mit Hammerschlag und Gaarschlacken versehenen Herd von 15—20 kg. Nebeneisen (Weissstrahl) zur Bodenbildung bei kräftigem Wind, Ablassen der Rohschlacke dann allmälig, wenn die vorhergehende Heisse die Masse am Boden zur Consistenz weicher Butter aufgelöst hat, 7 Heissen von von 40 bis 10 kg. abnehmendem Gewichte, bis ein sehr weisser Frischvogel die Gaare anzeigt, Zängen der herausgenommenen Luppe (Schrei) zu einem Kuchen, Zerschroten desselben in radialer Richtung in 8—10 Schirbel (Fig. 192), Ausheizen derselben im Herde und Sortiren der ausgereckten und zerbrochenen Stäbe in **Edelstahl** und **Mittelkühr**. Abgang 20—25 Proc., Kohlenverbrauch 1.17—1.24 cbm. auf 100 kg. Erzeugung, Chargendauer 8 St. bei 200 kg. schwerem Schrei.

Fig. 191.

Einmalschmelzerei.

B. **Einmalschmelzerei** für reines gaarschmelziges Roheisen, luckiges oder gefeintes Eisen, dessen Entkohlung beim Niederschmelzen so verzögert wird, dass nur noch eine kurze Behandlung der Masse auf dem Boden erforderlich ist.

Steyer'sche Arbeit.

1. **Steyer'sche Rohstahlarbeit** für luckige Flossen.

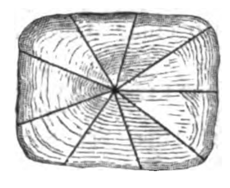


Fig. 192.

Einschmelzen zweier Heissen von 60 und 15—30 kg. nach einander mit roher Eisenfrischschlacke, Abstechen der Schlacke, Einwerfen nasser Schlacke in den Herd, Ausheben des Schreies, Zerschroten in 10—12 Schirbel und Ausheizen derselben im Herd. Abbrand 9 bis 10 Proc., Kohlenverbrauch von 2—2.5 cbm. Erfolg von 60 Proc. Roh-, Edel- oder Meisselstahl, 20 Proc. Mock (eisenschüssiger Stahl), 6 Proc. Hammereisen und 4 Proc. Rohmittelzeug.

Artinski[1]) im Ural: halbirtes Roheisen oder durch **Hartzerrennen** aus Graueisen erzeugtes Weisseisen; 100—125 kg. Roheisen zu 1 Stahlluppe, daraus bei 6stündiger Chargendauer 75—87.5 kg. Rohstahl mit 1.981 cbm. Fichtenkohle.

Kärnthner Arbeit.

2. **Kärnthner Rohstahl- oder unächte Brescianarbeit** für gefeintes Eisen.

Rasches Einschmelzen von 250 kg. grauem oder halbirtem Roheisen während 3 St., Feinen (**Hartzerrennen**) unter dem Einfluss von Gaarschlacke bis zur erforderlichen Reinheit, Ablassen der Schlacke, Abschrecken des Eisens, Herausnehmen desselben in 26—40 mm. dicken Platten (**Zerrennböden**), Einschmelzen während des Ausheizens der Schirbel von der vorigen Charge von 20—35 kg. rohen Flossen zur Bildung des Frischbodens mit etwas Schlacken in $^1/_2$—$^3/_4$ St., dann allmälig der Hartzerrennböden, welche beim Anlangen auf dem Boden eine mehr oder weniger dickflüssige Masse (**Sauer**) bilden, Durchbrechen des Sauers, Aufrichten der Brocken nach der Mitte zu auf einen Haufen, Bildung der Luppe (**Cotta**) nach deren oberflächlicher Verkochung, während der untere Theil wieder zu Sauer umgestaltet wird, welcher für die folgende Periode erhalten bleibt. Sortiren der erfolgten gehärteten und zerbrochenen Stäbe in **Kölberl-**, **Tannenbaum-**, **Struck-**, **Mockstahl-** und **Refudi**, des zu feineren Dimensionen ausgereckten Kölberlstahls in **Brescian-** oder **Kistenstahl**, welcher

---

1) Tunner, Russ. Montanind. S. 157.

abermals je nach den Dimensionen, dem Oberflächen- und Bruchansehen zerfällt in Münz-, Drei- und Zweitupfstahl, Drei- und Zweitupfmock, Greifen- oder Bröckelstahl, Romanstahl und Refüdi (Abfälle). Nach Kerpely unterscheidet die Innerberger Gesellschaft den Frischstahl in Roh- und Gärbstahl, ersteren wieder in gehärteten (harter Rohstahl, harter Mock, Mittelmock als ordinärer, verkäuflicher Rohstahl, dann Brescian-, Dreitupf-, Rosenstahl aus dem härtesten Roh- oder Meisselstahl) und ungehärteten (Blau- oder Tannenbaumstahl und Blaumock). Der Gärbstahl zerfällt in Münzstahl (härtester Roh- oder Meisselstahl, gegärbt und gehärtet); Scharsachstahl, einmal gegärbt und ungehärtet in Buschen von 56 kg.; Kistenstahl, ein 1 – 4 mal gegärbter Scharsachstahl, ersterer in Buschen, letzterer von bestimmter Länge in Kisten in den Handel gebracht, bei gewissem Querschnitt (No. 2) auch Mühlstahl genannt); Frimmstahl, auf Bestellung abweichend von der Scala in beliebig angegebenen Dimensionen ausgeführt; Feilstahl einmal gegärbt, von unbestimmter Länge; gegärbtes Mittelzeug in Buschen von 56 kg.

Auf 100 kg. Roheisen sammt Hartzerrennen 2.4—3.1 cbm. Kohlenverbrauch bei 20—30 % Abgang, welche Beträge sich wesentlich gemindert haben, seitdem man Hartzerrennen und Schweissen der Deule nicht hintereinander, sondern zu gleicher Zeit vornimmt.

Bei der in der Paal (Steyermark) ausgeführten ächten Brescianstahlarbeit, welche den besten, härtesten und festesten Stahl liefert, werden die Deule vor dem Ausschmieden in den flüssigen Sauer getaucht und äusserlich cementirt. Abgang 15—20 Proc., Verbrauch von 3.1 cbm. Kohlen auf 100 kg. Kölberlstahl.

Tyroler Frischen.

3. Tyroler Stahlfrischerei ist ein Mittelding zwischen der Steyerschen und Kärthner Methode.

Producte.

Als Producte von der Herdstahlbereitung erfolgen:

1. Herdstahl, meist ungleichmässig zusammengesetzt und deshalb einer Raffination (Gärben oder Umschmelzen) bedürftig.

	a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.	h.	i.	k.	l.
Kohlenstoff	1.129	1.936	1.698	2.44	1.58	5.25	5.65	4.25	5.60	5.05	3.36.
Silicium	—	—	0.038	0.20	—	1.57	1.50	0.48	0.60	0.85	0.60.
Schwefel	Spr.	Spr.	Spr.	—	—	0.30	0.25	0.11	0.13	0.19	0.17.
Mangan	—	—	—	—	—	2.73	2.55	—	0.36	2.51	nicht best.
Kupfer	Spr.	—	0.379	—	—	0.05—0.10	0.05—0.10	0.15—0.10	0.15—0.10	0.10	0.05.

a. Steyerscher Edelstahl. b. Paaler Brescianstahl. c. Siegener Edelstahl. d. Harter Stahl von Reichraming mit 0.24 Proc. Graphit. e. desgl. weicher mit 0.11 Proc. Graphit. f—l vom Rivoisprocess (S. 342), und zwar f. Roheisen. g. Probe nach dem Schmelzen. h. Probe vom Schluss der zweiten Periode. i. Probe nach dem Entblössen des Bades im Augenblicke nach dem Abheben der ersten Schlackenblätter. k. Pr., eine Stunde vor dem Ziehen der ersten Luppe. l. Pr., kurze Zeit nach dem Ziehen.

2. Roh- und Gaarschlacken, Glühspan und Gichtgase, von ähnlicher Zusammensetzung, wie beim Eisenfrischen.

II. Flammofenfrischen (Puddeln).

Wesen des Processes.

81. Allgemeines. Das Puddeln [1]) besteht in einem Einschmelzen des Roheisens seltener für sich (Trockenpuddeln) als mit einer reichlichen Schlackenmenge (fettes, nasses oder Schlackenpuddeln, Kochpuddeln, Kochfrischen) im Flammofen, Aufrühren der

1) Kerl, Met. 3, 482. Geschichtliches: B. u. h. Ztg. 1865, S. 293; 1868, S. 222; 1870, S. 298. Gruner et Lan, État présent de la métallurgie du fer en Angleterre, Paris 1862, p. 401. Ansiaux u. Masion, pract. Handbuch über die Fabrik. d. Puddeleisens und Puddelstahles, Leipzig 1861. E. Mäurer, Mass- u. Gewichtsverh. der Roh- und Zwischenproducte durch den Puddel- und Walzprocess, Stuttgart, 1861. Puddeln in den Alpenländern: Denkbuch des öster. Berg- u. Hüttenwesens, Wien, 1873. S. 227. Kerpely, Fortschr. Bd. 1—10. (Puddeln).

Massen (Puddeln, Rühren, Kratzen) mit Krücken (Haken) — bewegt durch Hand (Handpuddeln) oder Maschinenkraft (Maschinenpuddeln) — oder ohne Krücken durch Rotirenlassen eines cylindrischen oder scheibenförmigen Herdes (mechanisches Puddeln) zur Beförderung der Oxydation, Zusammenballen der erzeugten Eisen- oder Stahltheilchen in der Schlacke zu Klumpen (Luppen, Bals, Bälle), Zängen derselben zum Auspressen der Schlacke und weitere Verarbeitung der ausgeheizten Kolben (S. 312) unter Hammer- oder Walzwerken oder unter beiden.

Während für grössere Productionen stets Puddelofenbetrieb in Verbindung mit Schweissofen- und Walzwerksbetrieb vorkommt, so findet ersterer ausnahmsweise in Combination mit Schweissfeuer- und Hammerwerksbetrieb wohl in Gegenden statt, wo man bei verhältnissmässig geringen Productionen wegen Mangels an Holzkohlen zum Puddeln überging.[1]) Selten kommt eine Combination von Herd- und Flammofenfrischen (gemischte Frischmethoden) in der Weise vor, dass im Puddelofen unvollständig entkohltes Eisen im Herd zur Gaare gebracht wird. Combinationen d. Puddelbetrieb.

Die Modificationen beim Puddeln können u. A. bedingt werden: Modificationen.

1. Durch die Beschaffenheit des Roheisens hinsichtlich seiner Roh- oder Gaarschmelzigkeit (S. 279) und seiner Reinheit. Roheisenqualität.

Man rechnet, wie bereits (S. 279) bemerkt, Graueisen und Spiegeleisen zu den rohschmelzigen Roheisensorten und zwar nimmt deren Rohschmelzigkeit respective mit dem Graphit- und Mangangehalt zu; zu den gaarschmelzigen Sorten gehören Weisseisen (ausser Spiegeleisen) und durch Feinen von Graueisen erzieltes Feineisen (S. 280), um so gaarschmelziger, je geringer der Kohlenstoff- und Mangangehalt. Während man früher graues Roheisen (namentlich behufs des hierunter zu erwähnenden Trockenpuddelns) stets feinte, so ist dieser Process seit Einführung des Schlackenpuddelns nur noch selten, und zwar dann nur für schwarzgraue, graphit- und siliciumreiche, auch wohl für schwefelreiche Steinkohlen- und Cokesroheisensorten in Anwendung; man sucht jedoch, wenn es die Erzbeschaffenheit zulässt, besser gleich im Hohofen mit geringern Kosten ein weisses Roheisen, statt solches aus Graueisen durch Feinen zu erzeugen, indem zwar bei dem geringeren Mangangehalt des Feineisens das Frischen beschleunigt, dagegen aber, was ein Nachtheil ist, wegen Armuth an Silicium beim Einschmelzen mindere Wärme entwickelt und ein grösserer Schlackenzusatz erforderlich wird. Zuweilen gattirt[2]) man rohe und gaarschmelzige Sorten und schmilzt dieselben wohl zuvor im Cupoloofen zusammen. — Die Ab- oder Anwesenheit fremder Substanzen im Roheisen, namentlich ein Schwefel- und Phosphorgehalt können eine Beschleunigung oder Verlangsamung des Processes, besondere Zuschläge und Feuerungsmethoden veranlassen. Für die Entfernung des Schwefels und Phosphors sind besonders günstig bei manganfreiem Roheisen Zusätze von Manganoxyd zur Erzeugung einer leichtflüssigen Schlacke, welche die Entkohlung verlangsamt und sich leichter aus der Luppe ausquetschen lässt, ferner nicht zu hohe Temperatur beim Einschmelzen, damit sich mehr Eisen oxydirt und eine die Phosphorsäure zurückhaltende basischere Schlacke bildet (auch kann sich bei der niedrigeren Temperatur die gebildete Phosphorsäure minder leicht reduciren) und hohe Temperatur beim Aussaigern der Luppe. Ein Flussspathzusatz in der letzten Periode des Puddelns zur Reinigung des Eisens wirkt auf die Bildung einer leichtflüssigen Schlacke hin, wahrscheinlich ohne Schwefel und Phosphor in flüchtige Fluorverbindungen zu verwandeln. Warner[3]) sticht das Roheisen auf ein auf der Sohle eines Schachtofens befindliches Gemenge von calcinirter Soda und Kalkstein ab, wobei die schmelzende Soda die Kalktheilchen lostrennt, letztere im Roheisen aufsteigen und die aus dem Kalkstein ausgetriebene Kohlensäure dann Silicium oxydirt (S. 280).

---

1) Kerl, Met. 3, 435, 511, 634. 2) B. u. h. Ztg. 1868, S. 32. 3) B. u. h. Ztg. 1875, S. 7, 115.

Producten-qualität.

2. Durch die Beschaffenheit des zu erzielenden Productes, ob sehniges Eisen, Feinkorn oder Stahl.

Während nach fast allgemeiner Annahme der Unterschied zwischen sehnigem und körnigem Eisen in dem geringeren Kohlenstoffgehalt des ersteren liegt, so hat nach Janoyer (S. 254)[1]) das Schmiedeeisen nur eine einzige, die körnige Structur, welche auf dessen wesentlichster Eigenschaft, der Schweissbarkeit, beruht. Jede andere Textur ist nur eine Aenderung der Körnigen aus Mangel der Schweissbarkeit während der Bearbeitung. Nach Demselben ist das körnige Eisen mehr geschweisst, folglich compacter und homogener, als das bei Zwischenlagerung von Schlacke weniger geschweisste sehnige Eisen; das spec. Gewicht von körnigem und sehnigem Eisen ist resp. 7.780 und 7.600, ersteres ist härter, widersteht dem Zug und Druck besser, weniger dem Biegen, und dehnt sich weniger leicht aus. Während der Siliciumgehalt von beiden Eisensorten derselbe sein kann, so begünstigt ein Schwefelgehalt unter Verminderung der Schweissbarkeit die Sehnenbildung und es darf der Phosphorgehalt behuf der Sehnenerzeugung nicht über eine gewisse Grenze (nicht über $^1/_4$ Proc.) steigen; bei mehr davon entsteht beim Puddeln auf Sehne ein grobkörniges Product, welches, z. B. noch bei $^1/_2$ Proc. Phosphor, zu Schienenköpfen verwandt wird, aber nicht mit dem phosphorfreien kohlenstoffreicheren Feinkorn zu verwechseln ist (S. 253.)

Es gleicht das Verfrischen eines grauen Roheisens auf sehniges Eisen der Dreimalschmelzerei des Herdfrischens (S. 334), eines weissen Roheisens der Zweimalschmelzerei (S. 337), eines stark gefeinten Roheisens der Einmalschmelzerei (S. 339).

Ofenconstruction.

3. Durch die Ofeneinrichtung (gewöhnliche und mechanische Puddelöfen, solche mit directer und Gasfeuerung, mit und ohne Benutzung der Ueberhitze u. s. w.).

Trotz wesentlicher Erleichterung des Puddelns in rotirenden Cylinderöfen sind die Handpuddelöfen doch noch wenig davon verdrängt, weil erstere stets grosse Productionen voraussetzen, bedeutende Anlagekosten erfordern, grosse, schwierig zu behandelnde Luppen liefern und grössere Wärmeverluste — die sich mit der wachsenden Grösse der Roheisenchargen allerdings vermindern — durch Strahlung, Leitung, entweichende Gase und durch die nothwendige Verdickung (Abkühlung) des Eisens zu Anfang der Kochperiode zulassen. Es bleiben jedoch für grosse Productionen die rotirenden Cylinderapparate nach hoffentlicher Verbesserung ihrer Fehler die Zukunftsöfen und zwar muss die Erfahrung noch lehren, ob Crampton's oder Danks' Ofen oder der complicirtere Sellers'sche den Sieg davon tragen wird. Für kleinere Productionen hat der Pernot'sche Scheibenofen (S. 310) bereits günstige Resultate ergeben, welcher noch den Vortheil hat, dass derselbe die Nutzung alter Puddelwerksanlagen zulässt. Die vortheilhafte Verwendung von durch Maschinen bewegten Rührhaken[2]) (S. 306) ist nur vereinzelt geblieben und u. A. Dormoy's Apparat neuerdings in Prevali[3]) wieder beseitigt wegen nicht nennenswerther Vortheile. Im Vergleich zu Bessemeröfen lassen zwar die grossen cylindrischen Rotirpuddelöfen eine bessere Abscheidung des Phosphors in der Roh- und der aus den Luppen ausgesaigerten Schlacke zu, erstere liefern aber homogenere Producte und haben nicht die Uebelstände, welche bei letzteren mit der Zertheilung grosser Luppen und der Abkühlung bei Beginn der Kochperiode verbunden sind.

Ob directe oder Gasfeuerung bei Handpuddelöfen vortheilhafter, hängt von Qualität und Preis des Brennmaterials ab. Bei mechanischen Oefen macht neben Regenerativgasfeuerung diejenige mit staubfömigem Brennmaterial gute Fortschritte (Crampton's Ofen).

Die Benutzung der Abhitze (S. 295) für verschiedene Zwecke greift immer mehr um sich, namentlich zur Dampfkesselfeuerung, zum Vorglühen u. s. w. Vorgeglühtes Roheisen frischt rascher und es lässt sich die geringste Chargendauer mit reinem vorgeglühten Weisseisen erreichen.

Chargengrösse.

4. Durch die Chargengrösse und den Aggregatzustand des Eisens.

1) B. u. h. Ztg. 1875, S. 97. 2) Kerpely, Fortschr. 8—10, 448. 3) Kerpely, Fortschr. 8—10, 451.

Die Chargengrösse variirt je nach Anwendung von Hand- oder mechanischen Puddelöfen und beträgt in ersteren durchschnittlich 150—250 kg., in Doppelöfen bis 500, selten bis 1000 kg. und mehr zur Erzielung einer grossen Luppe, sinkt aber zuweilen bei Feinkorn und Stahl bis auf 125 kg. Mit steigender Chargengrösse wird die mechanische Arbeit, die Reinigung und die sichere Erzielung eines bestimmten Kohlungsgrades erschwert.

In Handpuddelöfen verwendet man das Roheisen meist in festem Zustande, (in Stücken von 5—12.5 kg.), indem das Einbringen von flüssigem Roheisen [1] (S 295), obgleich zu einer Brennmaterialersparung führend und die innigere Vereinigung vorher zusammengeschmolzener verschiedener Roheisensorten zulassend, zu einer raschen Zerstörung des Herdes beiträgt und dabei das Frischen verlangsamt wird, indem das beim Einschmelzen im Puddelofen sich bildende oxydirte Eisen fehlt. Neuerdings sticht man in Nordamerika [2]) und England das flüssige Roheisen auf im Puddelherd ausgebreitetes Eisenerz und Flussspath ab, wobei neben einer Reinigung von Schwefel und Phosphor eine Ersparung an Handarbeit durch kräftiges Aufkochen erzielt werden soll (S. 307). In Rotiröfen empfiehlt sich die Anwendung von vorher flüssig gemachtem Roheisen.

5. Durch verschiedene Zuschläge (S. 285), welche bald nach mehreren Seiten hin wirksam sind (zur Beschleunigung oder Verlangsamung des Processes, zur Abscheidung von Schwefel und Phosphor, zur Verminderung des Eisenabganges), bald aber ganz entbehrt werden können, wenn die Arbeit, namentlich die Temperatur richtig geleitet wird. Zuschläge.

a. Als Beschleunigungsmittel (Gaarungsmittel) dienen sauerstoffhaltige Substanzen mit oder ohne einen Eisengehalt, als: eisenoxyduloxydhaltige Producte (Gaarschlacken vom Puddeln [3]) und Hammerschlag), welche durch andere Oxydationsmittel mit Vortheil nicht ersetzt werden können; reine reiche Eisenerze [4]) (Roth-, Spath- und Magneteisenstein, Minette zur Burbacher Hütte) mit mehr oder weniger Kieselsäure je nachdem das Roheisen an Silicium ärmer oder reicher ist, seltener vor dem Puddeln mit flüssigem Roheisen gemischt (S. 280), als zur Ausfütterung der Herdränder (S. 298) oder zum Eintränken ins Roheisenbad während des Rührens verwandt oder neben Flussspath auf der Herdsohle ausgebreitet (S. 346); gut geröstete Kiesabbrände [5]), welche wie Eisenerze nicht nur das Frischen, namentlich die Abscheidung des Siliciums, nach Lester [6]) auch des Schwefels und Phosphors begünstigen, sondern auch wie Erze das Eisenausbringen vermehren ohne nennenswerthe Mehrkosten (Frischverlust gewöhnlich 12—15 %, bei Erzzusatz nur 8—9 %), wobei Graueisen mehr Erz gestattet, als Weisseisen. Von eisenfreien Substanzen sind ohne praktischen Werth oder ohne ökonomischen Erfolg angewandt: Salpeter nach Hargreaves und Heaton, Gebläseluft oder Wasserdampf, durch die Rührkrücke eingeführt (S. 306)

b. Als Verzögerungsmittel dienen: Substanzen, welche eine saure Schlacke erzeugen (Kieselsäure, Thon, Rohschlacken) oder eine dünnflüssige Schlacke in reichlicher Menge, welche das Eisen besser bedeckt, als eine zähflüssige, und somit gegen Luftzutritt schützt (Manganoxyde, seltener alkalische Verbindungen, wie Kochsalz, Soda, Potasche, Abraumsalze, weil sie zu theuer und zu flüchtig sind und deren Dämpfe das Ofengemäuer zu stark angreifen), oder kohlehaltige Substanzen (Holzkohle, Thierkohle, Russ, Horntheile, Theer, Leuchtgas, Cyanverbindungen), welche indes den Entkohlungsgrad unsicherer machen, sowie der Phosphorabscheidung entgegen wirken können und am besten durch eine rauchige Flamme (z. B. in der letzten Periode bei Feinkorn- und Stahlerzeugung) ersetzt werden.

c. Als reinigende Zuschläge (namentlich für Schwefel- und Phosphorabscheidung) hat man entweder ohne wesentlichen Erfolg oder ohne günstige ökonomische Resultate in Anwendung gebracht: Chloride der Alkalien, Erden und Metalle (S. 16) Jodide, Bromide, Fluoride (Flussspath und Kryolith), Me-

1) B. u. h. Ztg. 1861, S. 468; 1862, S. 211; 1868, S. 188. 2) B. u. h. Ztg. 1875. 3) B. u. h. Ztg. 1861, S. 8; 1868, S. 33; 1872, S. 215. Kerpely, Fortschr. 4, 186. 4) Petzoldt, Erzeugung der Eisen u. Stahlschienen 1874, S. 24. Preuss. Ztschr. 14, 296. B. u. h. Ztg. 1875, S. 105. 5) B. u. h. Ztg. 1872, S. 215. 6) Preuss. Ztschr. 19, 215.

talle und deren Oxyde und Salze (Blei, Bleioxyd, Zinkoxyd, Eisenvitriol), Wasserstoff in Substanz oder in Gestalt von Hydraten der Alkalien, Erden und Metalloxyde, wo dann deren Wasserstoff Schwefel und Phosphor binden soll. Manche von diesen Substanzen wirken indirect dadurch günstig, dass sie eine dünnflüssige Schlacke erzeugen (Alkalien, Flussspath, Metalloxyde); Kalk verschlechtert das Eisen (macht es faulbrüchig) wegen Bildung einer strengflüssigen, aus demselben nur durch wiederholtes Schweissen abzuscheidender Schlacke. Auch löst solche Schlacke weniger Eisenoxyduloxyd auf und verlangsamt dadurch das Frischen. Ohne alle Zuschläge trägt zur Entfernung von Phosphor, wie bemerkt, ein starkes Erhitzen der Luppen vor dem Herausnehmen aus dem Ofen bei, indem dadurch leichtflüssige Phosphorverbindungen entweder als Phosphat oder Phosphoret, wohl neben Eisensulfuret[1]) aussaigern. Ein Mangangehalt der Schlacke begünstigt diesen Vorgang.

d. Zur Verminderung des Eisenabganges dienen hauptsächlich Eisenoxyde (S. 347), Zusatz alten Eisenwerkes[2]) u. s. w.

Chemische Vorgänge.

Die chemischen Vorgänge beim Puddeln sind durch eine Reihe wichtiger Arbeiten[3]) dargelegt und im Allgemeinen die S. 275 erwähnten. List und Dürre haben zur raschen Uebersicht des Puddelprocesses eine graphische Darstellung[4]) desselben empfohlen.

A. Handpuddeln.

Trockenpuddeln.

82. Trockenpuddeln (Einmalschmelzerei)[5]). Gaarschmelziges, meist stark gefeintes reines Roheisen wird in Chargen von 200 bis 240 kg. auf einem Sandherd (S. 293) bei starker Feuerung in einen teigartigen Zustand versetzt, die Masse mit einer Kratze zerschlagen und unter Einfluss von Luft und von derselben gebildetem Eisenoxyduloxyd die Gaarung herbeigeführt, wobei stets sehniges weiches Eisen entsteht.

Dieses, das ursprünglich von Cort 1784 erfundene Verfahren (Cranage's Patent vom Jahre 1766 scheint ohne praktischen Erfolg geblieben zu sein) gestattet zwar bei kurzer Chargendauer ($1-1^1/_4$ St.) grosse Production mit geringerem Brennmaterialaufwand (70—80%) und Eisenabgang (10—12, selbst 6 bis 8%), aber es erfolgt meist ein schlackenhaltiges, faulbrüchiges, nur durch wiederholte Schweissungen zu verbesserndes Product und es erfordert dieses Verfahren wegen des raschen Verlaufes sehr reines Rohmaterial, ist deshalb kaum noch in Anwendung.

Anwendbarkeit.

83. Fettes oder Schlackenpuddeln, Kochfrischen (Mehrmalschmelzerei).[6]) Dasselbe, seit Erfindung der eisernen Herdsohlen von S. B. Rogers (1816) erst ausführbar geworden, eignet sich für die verschiedensten Roheisensorten, sowie für die Herstellung von sehnigem Eisen, Feinkorn und Stahl, wenn man Menge und Qualität der Zuschlags-Frischschlacken, die Temperatur, die oxydirende oder reducirende Wirkung der Flamme u. s. w. entsprechend regulirt. Die Entkohlung findet vorwaltend durch den von den Schlacken aufgelösten Eisenoxyduloxydgehalt unter Entwicklung von Kohlenoxydgas (Aufschäumen, Kochen) statt.

---

1) Wagner's Jahres-Ber. 1873, S. 112. 2) Berggeist 1861, S. 76. 3) Calvert u. Johnson: B. u. h. Ztg. 1858, S. 34; 1859, S. 304, 448. Becker: B. u. h. Ztg. 1858, S. 5. Schafhäutl: Hartmann's Fortschr. 4, 186. Lan: B. u. h. Ztg. 1860, S. 258, 435. List: B. u. h. Ztg. 1860, S. 52. 472; 1862, S. 191; 1875, S. 119. Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 19, 19. Zobel: B. u. h. Ztg. 1860, S. 466. Gurlt: Berggeist 1860, S. 523. Drassdo: B. u. h. Ztg. 1863, S. 437. Mène: B. u. h. Ztg. 1864, S. 398. Urbin: B. u. h. Ztg. 1867, S. 179. Kosmann: Kerpely, Fortschr. 6, 213, 7, 255. Kollmann: Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 18, 325. Wolter: B. u. h. Ztg. 1875. 4) Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 18, 189; 19, 22. 5) B. u. h. Ztg. 1860, S. 259; 1862, S. 251. Preuss. Ztschr. 9, 286. 6) Fortschritte: B. u. h. Ztg. 1865, S 294; 1868, S. 222; 1870, S. 359.

Oxydirende Agentien.

Während die Oxydation des Kohlenstoffs durch den Sauerstoff des Eisenoxyduloxyds oder des Eisenoxydes stattfindet, so ist noch nicht bestimmt erwiesen, ob dieses auch mit dem Silicium, Schwefel und Phosphor der Fall ist oder ob diese auch direct von dem Sauerstoff der Luft oxydirt werden.[1] Je nachdem die Schlacken mehr oder weniger Eisenoxyduloxyd enthalten, wirken sie mehr auf Gaargang (Puddeln von grauem Roheisen oder reinem Weisseisen auf Sehne) oder Rohgang hin (z. B. bei Feinkorn- und Stahldarstellung oder Erzeugung von sehnigem Eisen aus unreinerem Roheisen). — Mit steigender Menge der dann das Eisenbad mehr bedeckenden Schlacke verlangsamt sich der Process (Herstellung von Feinkorn und Stahl). — Die Temperatur influirt auf die Schnelligkeit der Entkohlung (hohe Temperatur verlangsamt, wie es bei Feinkorn und Stahl erwünscht ist, die Entkohlung wegen raschen Einschmelzens, in Folge dessen minderer Bildung von Eisenoxyduloxyd und grösserer Dünnflüssigkeit des sich unter den Schlacken haltenden Eisens, desgleichen bewirkt eine Verlangsamung zu hohe Temperatur nach dem Einschmelzen und beim Beginn des Rührens und zu niedrige Temperatur beim fortgeschrittenen Rühren); auf den Eisenabgang (zu niedrige Temperatur beim Einschmelzen und zu hohe Temperatur beim Luppenmachen erhöhen letzteren durch stärkere Oxydation) und auf das Product (zu niedrige Temperatur kurz vor, beim und nach dem Luppenmachen giebt schlackenreichere, schlechtschweissende, faulbrüchige Luppen, indem dann ein Aussaigern der wohl phosphor- und schwefelhaltigen Schlacke weniger stattfindet, als bei hinreichend hoher Temperatur (S. 277); zu hohe Temperatur beim Einschmelzen ist der Phosphorabscheidung aus dem Eisen ungünstig). Wo in den einzelnen Perioden des Puddelns wechselnde Temperaturen anzuwenden sind, wie namentlich beim Stahlpuddeln, empfehlen sich Regenerativöfen weniger; dieselben geben zwar hohe und gleichmässige Temperaturen, lassen aber keinen raschen Wechsel derselben zu. — Eine rauchige, sauerstoffarme und kohlenstoffreiche Flamme verzögert die Entkohlung und schützt das fertige Product (z. B. Feinkorn, Stahl) gegen Entkohlung, ohne aber kohlend zu wirken. Nach Kosmann[2]) fiel bei gleichem Rohmaterial das Product im Regeneratorofen phosphorhaltiger aus, als im gewöhnlichen Puddelofen, indem in ersterem wegen des den Eintritt der Luft durch die Arbeitsthüren erschwerenden Gasdruckes eine mehr reducirende Atmosphäre herrscht.

Schlackenqualität. Schlackenmenge. Temperatur. Flammenbeschaffenheit.

Puddeln auf Sehne bei Graueisen.

1. Puddeln von Graueisen auf Sehne. Dieser der Dreimalschmelzerei beim Herdfrischen (S. 334) gleichende Process wird in nachstehenden Perioden ausgeführt:

Feinen.

a. Feinperiode (Einschmelzen). Einschmelzen des pyramidenförmig aufgestellten Roheisens mit passenden Zuschlägen (Gaarschlacken) auf der mit zähflüssiger sehr gaarer Schlacke überkleideten Eisensohle — nach Schnablegger[3]) am Besten zu unterst relativ leichtflüssigere Schweissofenschlacke, darüber ausgesaigerte Herdschlacke, zu oberst Krücken- oder Gezähschlacke — bei geschlossener Arbeitsöffnung während 25—45 Min., bei Vorglühherden in nur 10—20 Min., Zusammenziehen der halbgeschmolzenen Massen von den Wänden nach der Mitte hin durch die Oeffnung in der Arbeitsthür mittelst eines Hakens, starkes Feuern während 4—5 Min., dann Losbrechen (Aufstechen) etwaiger Ansätze auf dem Herde mittelst des Spitzes (spitze Brechstange).

Das erfolgende Product hat die Eigenschaften des Feineisens (S. 281), der ursprüngliche Graphit hat sich in amorphen Kohlenstoff umgewandelt, Silicium bildet nach der Oxydation mit Eisenoxydul und Manganoxydul eine das Eisenbad bedeckende Schlacke (anfangs beim Einschmelzen des Roheisens wegen reichlicherer Eisenoxyduloxydbildung basischer, etwa Singulosilicat, dann durch weitere Oxydation des Siliciums saurer werdend, welch erstere Wirkung beim Frischen und

1) Siemens, on puddling iron. 1868. 2) Preuss. Ztschr. 1870, S. 160. 3) Kärnthn. Ztschr. 1874, S. 367.

Feinen im Herde weniger hervortritt als im Flammofen), Phosphor wird bei niedrigerer Temperatur weniger leicht aus der Schlacke reducirt als bei höherer. Rohschmelziges unreines Eisen erfordert langsames Einschmelzen bei niedrigerer Temperatur und je nach dem Reinheitsgrade mehr oder weniger gaarende Zuschläge (Gaarschlacken, Walzsinter u. s. w.). Rohgang kann veranlasst werden durch sehr rohschmelziges, dünnflüssiges Roheisen (dann Zuschlag von Gaarschlacke, Erniedrigung der Temperatur, bessere Eisengattirung), eine zu rohe Schlacke (Ansteifen durch Wassergiessen, Zusatz von feuchtem Hammerschlag) oder wenn die Flamme zu sehr am Gewölbe hingeht (beim Ausbrennen desselben oder bei Vergrösserung des Fuchses und der Esse). Mit der Unreinheit des Roheisens steigt die Zeit zum Einschmelzen und der Verbrauch an Brennmaterial (bei gutem Eisen 70—80 kg. pro Stunde), so dass der Process bei sehr unreinem Roheisen, wenn z. B. der Brennstoffverbrauch wesentlich über 150 kg. pro 100 kg. Luppeneisen steigt, unrentabel werden kann.

Rohfrischen. b. Rohfrisch-, Koch- oder Rührperiode. Einleitung der entkohlenden Wirkung der auf dem, in Folge der Feuerung und der Verbrennung des Siliciums dünn eingeschmolzenen Feineisen befindlichen Schlacke durch Verdickung der Massen mittelst Abkühlung (durch unterlassenes Schüren, Vermindern des Zuges, Einmengen von kalten strengflüssigen basischen Schlacken, Walzsinter, Eisenerzen u. s. w., weniger gut durch Wassergiessen), systematisches Durchfurchen (Kratzen) der Masse mittelst Haken (Kratzen, Krotschen) von 2—3 m. Länge und 20—30 kg. Gewicht, wobei sich bei Luftzutritt Eisenoxyduloxyd bildet, welches nach dem Auflösen in der Schlacke den Kohlenstoff des Feineisens unter Bildung von ein Aufkochen, Aufsteigen, herbeiführendem Kohlenoxydgas oxydirt und zur weiteren Abscheidung fremder Stoffe beiträgt; Abfliessen eines Theils der Phosphor- und Schwefelverbindungen als Phosphorete und Sulfurete[1]), sowie als Phosphate und Sulfate enthaltenden Schlacke über die Schwelle (Schaffplatte) der Arbeitsthür auf die Hüttensohle oder in einen Blechwagen (Schutz des Arbeiters durch einen wohl mit Wasser gekühlten Blechschirm gegen die Hitze), dann über die Fuchsbrücke in den Fuchs; Schluss der Periode nach 15—30—40 Min. oder nach dem 4—6. weissglühend gewordenen Haken je nach der beabsichtigten Weicheit des Eisens, wenn die Masse ruhig geworden ist und sich gesetzt hat, aus der flüssigen Schlacke blendend weisse schwamm- oder blumenkohlartige Eisentheilchen hervorragen (das Trocken- oder Sandigwerden) und die Dickflüssigkeit der nunmehr stahlartigen Masse mit etwa 1—1.5 Proc. Kohlenstoff das Durchkrahlen erschwert.

Behuf der energischen Oxydation durch das Kratzen muss das Bad, was ein Wärmeverluste herbeiführender Uebelstand des Processes ist, verdickt werden, weil das Kratzen in einem dünnflüssigen Bade den Process sehr verlangsamen würde. Das Kochen zeigt sich nicht gleichmässig, sondern in Pausen, indem nicht immer so viel Eisenoxyduloxyd regelmässig gebildet, als reducirt wird.

Gaarfrischen. c. Gaarfrischperiode. Kräftiges Durchrütteln (Durchschlagen) der Massen mit dem Spitz, um die unter der Schlacke befindlichen Partien über dieselbe und umgekehrt zu bringen, Zusammenschieben derselben am Fuchs, damit hier bei hoher Temperatur die Schlacke ausschmilzt und die Eisentheilchen zusammenschweissen, Abbrechen einzelner Partien von der noch ungleich-

1) Kerpely, Fortschr. 6, 214.

mässig gegaarten Masse und Translocation (Umsetzen) derselben nach der Feuerbrücke, stückweises Umsetzen der Masse wieder nach der Fuchsbrücke und nöthigenfalls Wiederholung der Operation, um die einzelnen Stücke in möglichster Berührung mit Luft zu gaaren; Schluss der Periode nach 10—15 Min., wenn sich eine stark schweissende Masse mit hellleuchtender Farbe gebildet hat.

d. Luppenmachen. Theilung des Eisenklumpens in Stücke von 30—40 kg. Gewicht (um so kleiner, je weicher das Eisen werden soll, zuweilen aber auch Erzeugung z. B. für Kesselblech in mehrthürigen Oefen grosser Luppen[1]) bis zu 1200 kg. Gewicht), Umsetzen derselben von der Feuerbrücke nach dem Fuchse und umgekehrt, und zwar immer das Unterste zu oberst, ohne dass die einzelnen Brocken (Luppen, Bals, Bälle) an einander schweissen; Heranziehen der Luppen, eine nach der andern, bis an die Arbeitsthür; Drücken derselben von allen Seiten (Luppendrücken), Transport derselben an die Fuchsbrücke, Wenden des Obersten zu unterst, Vertheilen derselben an der Hinterwand, wobei die noch am wenigsten gaaren Luppen dem Fuchs am nächsten kommen, somit dem Luftzug und einer stärkeren Hitze ausgesetzt sind; Schliessen der Arbeitsöffnung auf einige Minuten bei Verstärkung der Hitze behuf des Aussaigerns von unreiner Schlacke (S. 277), dann Ausheben der Luppen nach einander mit einer Zange und Transport derselben auf einem Wagen zur Zängevorrichtung. Luppenmachen.

e. Zängen der Luppen. Bearbeiten der Luppe unter Hämmern u. s. w., wobei man sich gegen die heftig ausspritzende Schlacke schützen muss, Zusammenschlagen derselben zu einem prismatischen Stück (Kolben, Massel), welches auch aufrecht gehämmert (gestaucht) wird, oder zu Brammen (S. 322), die auf zwei Kanten gestaucht werden; fortwährendes Wenden der übrigen Luppen bei halbgeschlossenem Temper während des Zängens; Ausschöpfen oder Abstechen der Schlacke nach beendigtem Process, wenn zu viel davon für die nächste Charge vorhanden sein sollte oder je nach dem verschiedenen Siliciumgehalt, z. B. bei Graueisen nach jeder Charge, bei Weisseisen nach je 2 Chargen und bei Feineisen etwa alle 12 St. Luppenzängen.

2. Puddeln von gaarschmelzigem Weisseisen auf Sehne.[2]) Als wesentliche Unterschiede gegen Graueisen sind zu bezeichnen: Wegfall der ersten, der Feinperiode, wo dann mit dem Einschmelzen bereits die Entkohlung, das Rohfrischen, beginnt; rascherer Verlauf des Processes wegen teigartigen Einschmelzens und rascheres Aufkochen beim Kratzen; Durchführung der anstrengenderen und grössere Geübtheit erfordernden Arbeit bei höherer Temperatur (namentlich wird das Einschmelzen zur Verminderung des Eisenabganges beschleunigt), grösserem Ausbringen und geringerem Brennstoffverbrauch; Wachsen des Bodens, während derselbe bei Graueisen weggefressen wird. Puddeln auf Sehne bei Weisseisen.

Wird ein gaarschmelziges Eisen noch mit viel Gaarschlacke behandelt, so tritt ein hitziger, übergaarer Gang ein, es entsteht ein grösserer Eisenverlust

1) Knut-Styffe-Tunner, Ber. über d. Fortschr. d. Eisenhüttenwesens 1868, S. 9.
2) Preuss. Ztschr. 12, 249.

und bei nicht ganz reinem Roheisen wegen zu raschen Frischens ein schlechtes Product (Gegenmittel: Zuschlag von Rohschlacken, Erniedrigung der Temperatur).

Ausweis. Chargendauer bei Graueisen je nach der Beschaffenheit des Roheisens, namentlich nach dem Mangan- und Siliciumgehalt und der angewandten Temperatur $1^1/_2$—$2^1/_4$ St., zuweilen $1^1/_5$ und bei Vorglühherden und Weisseisen wohl nur 1 Stunde und darunter; Brennstoffverbrauch bei Graueisen auf 100 Luppeneisen 80—125 Steinkohlen oder 120—150 Braunkohlen, bei Weiss- und gefeintem Eisen 70—90 Steinkohle, bei Vorwärmherden nur 85—65 Steinkohle. Dauer des Zängens 10—15 Min., Eisenabgang 12—15 Proc. (abhängig namentlich vom Silicium- und Kohlenstoffgehalt, dann von der Leitung des Processes).

Nach Stühlen: Einsatz bei langsam und rasch frischendem Roheisen resp. 210—240 und 180-240 kg., Chargenzahl (Hitzenzahl) in 12 St. 5-7, durchschn. 6, und 7-11, durchschn. 9, Ausbringen an Luppeneisen 86—90 Proc., Production davon in 12 St. 1150—1500 kg., Kohlenverbrauch 120 und 80 Proc. auf das Luppeneisen.

Producte. Als Producte erfolgen beim Puddeln:

a. Sehniges Eisen mit bis 0.3 Proc. Kohlenstoff, bis 0.25 Silicium und nicht über 0.25 Proc. Phosphor. Ein englisches Roheisen (a) und daraus hervorgegangenes Luppeneisen (b) enthielten

	C	Si	S	P	Mn
a.	2.55	1.04	0.60	0.72	0.35
b.	0.15	0.26	0.11	0.31	0.06

Analysen des Eisens in verschiedenen Stadien des Puddelprocesses nebst zugehörigen Schlacken sind u. A. von Calvert u. Johnson, List und Drasdo (Citate S. 348) mitgetheilt.

b. Puddelschlacken[1]), gewöhnlich etwas eisenreicher als Herdfrischschlacken (S. 340), jedoch selten mit mehr als 55 Proc. Eisen; schwerer reducirbar und durch Rösten schwerer aufzuschliessen, als erstere, und wie diese nutzbar; zuweilen krystallisirt.[2])

c. Puddelsauen (Schaalenansätze im Herde), beim Puddeln wieder zugesetzt oder mit altem Schmiedeeisen verarbeitet.[3])

Beispiele. Beispiele.[4]) Südwales[5]): Einsatz 202.5—248 kg.; Ausbringen bei 6 Chargen à 4—5 Luppen in 12 St. 1524—2032 kg.; Zängen unter doppelt wirkenden Quetschen; Ausbringen vom Roheisen 90 Proc. Luppeneisen (bei Glaskopfzusatz); Verbrauch von 80 Proc. magerer Flammkohle vom Luppeneisen. — Zwickau: Gewöhnliche und zweithürige Oefen ohne Vorwärmer, mit Dampfkessel; Einsatz von 225 kg. eigenem und Peiner Roheisen, Ausbringen 85 Proc., Kohlenverbrauch 120—125 kg. Zängen unter Quetschen und Dampfhammer. — Maxhütte in Bayern: Einfache Puddelöfen mit 225-350—450 kg. Einsatz je nach der zu erzeugenden Qualität, 6—8 Chargen in 12 St., Production 2000 kg. in 12 St.; Abgang 10—12 Proc., Kohlenverbrauch 85—120, meist unter 100 Proc. Doppelöfen: Charge für ordinaires Eisen 450 kg., für Feinkorn 400 kg., 7—8 Chargen in 12 St., Abgang 8—10 Proc., Kohlenverbrauch 85 Proc. — Wasseralfingen: Oefen mit Wasser- und Luftkühlung bei Unterwind und Kessel hinter jedem Ofen; Anwendung von grauem Roheisen eigener Erzeugung und angekauftem weissen, bei Zwickauer Steinkohlen. In 12 St. 6 Chargen à 200 kg., Ausbringen 82-85 Proc., Kohlenverbrauch 110-130 kg. — Bergen in Bayern:

1) Kerl, Met. 1, 871. B. u. h. Ztg. 1863, S. 438; 1864, S. 289; 1865, S. 419; 1873, S. 338. Preuss. Ztschr. 22, 282. Percy, Iron p. 668. 2) Leonh. Jahrb. f. Miner. 1860, S. 668. 3) Kerl, Met. 3, 481, 548. 4) Kerl, Met. 3, 539 (Aeltere Beispiele). 5) Petzoldt, Erzeug. v. Eisen- u. Stahlschienen 1874, S. 23.

einfacher und Doppelofen mit Müller'schem Heizpult (Fig. 213) für Torf, abgehende Flamme zum Dampfkessel; Einsatz beim Doppelofen 438 kg., grösstentheils Graueisen, Ausbringen 90—92 Proc., Torfverbrauch 0.53 cbm., Zängen der Luppen unter einem 3000 kg. schweren Condiehammer. — Mutterhausen (Elsass): Einsatz 210 kg. weisses Cokesroheisen und Brucheisen, Ausbringen 86—87 Proc., Kohlenverbrauch 96 kg., Chargendauer 1 St. 40 Min., Luppenzängen unter dem Dampfhammer. Oefen mit Wasserkühlung, Herdeisen in einem Stück, kein Vorwärmer, je 2 Oefen mit stehendem Kessel und Blechrohraufsatz. — Russland.[1]) Vertretung fast aller Ofensysteme (einfache und Doppelpuddelöfen, mit und ohne Oberwind, mit Siemensöfen, mit Vorglühherden u. s. w.). In Doppelöfen mit gegenüber befindlichen Arbeitsthüren, Vorglühherden und Oberwind Charge: 409.3 kg., 4—5 Chargen in 12 St.; für Stahl 328 kg. Einsatz und 7—8 Chargen in 24 St.; Eisenabbrand resp. 10 und 12 Proc., Holzaufwand pro 100 kg. Eisen resp. 0.368—0.396 und über 0.453—0.509 cbm. gedarrtes Scheitholz. Zu Kistimski ergab sich bei vergleichenden Versuchen in Gasöfen mit Oberwind und in Siemensöfen in letzteren langsamerer Process, nahezu gleicher Eisenabbrand und weniger Holz, statt gedarrt im lufttrockenen Zustande. — Schweden. Oefen mit Unterwind, welcher sich an den Wänden und unter dem Herde erwärmt hat. Auf 100 kg. Puddeleisen 0.095 cbm. oder 73 kg. Steinkohlen oder 0.6 cbm. lufttrocknes Holz. — Alvenslebenhütte (Oberschlesien): Einsatz 225 kg. Graueisen, 7 Chargen in 12 St., 87—88 Proc. Ausbringen, Kohlenverbrauch 100 kg. — Prevali: Oefen mit horizontalem und Treppenrost und warmem Unterwind; Einsatz 220 kg., Ausbringen 90 Proc., 130 kg. Braunkohle. — Steyermark[2]): Für Qualitätseisen in 12 St. bei einfachen Puddelöfen 11 Chargen von 280—308 kg. Weissstrahl mit 3640 kg. besserer Braunkohle und 5 Proc. Eisenverlust, bei minder guter Eisenqualität 12—13 Chargen à 336 kg. Einsatz. In der Regel Auswalzen ohne Paquetirung in einer Hitze. Leistung eines Schweissofens in 12 St. je nach der Stabeisensorte 4480—5600 kg. mit 15—17 Proc. Eisenverlust und etwa 4480 kg. Braunkohlen, im Siemensofen mit 2250 kg. Braunkohlen. Bei schlechterer Braunkohle in einfachen Oefen in 12 St. beim Eisenpuddeln 11 Chargen à 252 kg. Weissstrahl, auf 100 kg. Puddeleisen 106 kg. Roheisen und 220—230 kg. Kohle, beim Stahlpuddeln 8—9 Chargen à 210—224 kg., auf 100 kg. Puddelstahl 107 kg. Roheisen und 230—260 kg. Kohle, durch Ueberhitze getrocknet; bei den Schweissöfen für Grobeisen in 12 St. 6 Chargen à 840—1008 kg., 17 Proc. Eisenabbrand, 250 kg. Kohlen, und bei Feineisen 9—10 Chargen à 392—448 kg., 15 Proc. Abbrand und 220—230 kg. Kohlen. Beim Verpuddeln von Weissstrahl bis halbirtem Roheisen mit lufttrockenem Torf in Siemensöfen per 12 St. 9—10 Chargen à 224 kg., 5 Proc. Eisenabbrand, 0.9 cbm. Torf, in gewöhnlichen Puddelöfen 1.35 cbm. Torf auf 100 kg. Puddeleisen; beim Schweissen mit Torf in Siemensöfen mit 2 Arbeitsthüren in 24 St. 7—8 Doppelchargen à 2240 kg., 111.27 kg. Masseln (gedrückte Puddelluppen) und 0.392 cbm. Torf auf 100 kg. geschweisstes Eisen, bei Müller'schem Heizpult 116.9 kg. Masseln und 0.669 cbm. Torf. — Leoben[2]): Oefen mit Treppenrost und Planrost für Staub- und Stückbraunkohlen, Vorwärmer und einzelnen Essen; Einsatz 225 kg., Ausbringen 94 Proc., Kohlenverbrauch 120 kg., 11 Chargen in 12 St., Zängen unter einem Aufwerfhammer. — Neuberg: einfache und Doppelöfen mit Vorwärmer und Kessel, Treppenrost. Einsatz resp. 225 und 450 kg., 7—8 Chargen, Ausbringen 91 Proc., Braunkohlen 140 kg. — Dillinger Hütte: Einsatz 300 kg. (für ordinaires Blecheisen zum Lochen, nicht zum Biegen 50 Proc. Nassaueisen und 50 Proc. Minetteeisen, für gutes Blecheisen Nassauer Weissstrahl), 6 Chargen in 10—12 St. mit 1100 kg. Kohlen, Ausbringen 87—88 Proc., 2 Luppen aus 300 kg. Roheisen; Luftkühlung, Vorwärmer. — Bicheroux'sche Oefen (S. 299) verarbeiten in 24 St. bis zu 13 Sätzen à 287.5 kg. — Südfrankreich[3]) z. B. Creusot: 10—11 Chargen in 12 St. im Gewicht von 1875—2125 kg. mit 1180—1720 kg. Luppeneisen, Kohlenverbrauch 70—80 Proc. Gründe für die grosse Production: zweckmässige Roheisengattirung, rasch frischendes Eisen, eigenthümliche Art des Puddelns u. s. w.

---

1) Tunner, Russl. Montanind. S. 139. 2) Puddeln in den Alpenländern Oester. Schauenstein's Denkbuch d. öster. Berg- u. Hüttenwesens. Wien 1873, S. 227. 3) B. u. h. Ztg. 1863, S. 16; 1866, S. 15; 1868, S. 137. Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 13, 156. Kerpely, Fortschr. 6, 187.

Unterschied vom Puddeln auf Sehne.

3. **Puddeln auf Feinkorn und Stahl.** [1]) Zur Erzielung eines kohlenstoffreicheren, körnigen Productes finden folgende Abweichungen [2]) vom Puddeln auf Sehne statt:

a. Anwendung eines rohschmelzigen, kohlenstoff- und manganreichen (S. 345), von Schwefel und Phosphor möglichst freien Roheisens (Spiegeleisen, blumige Flossen, graues reines Holzkohlenroheisen, weniger gut kohlearmes und unreineres Cokesroheisen), welches eine dünnflüssigere, die Entkohlung verzögernde Schlacke giebt und in kleineren Einsätzen (oft nur 100—150 kg.) eine sicherere Arbeit zulässt. Auch phosphorreicheres Roheisen giebt bei hinreichendem Mangangehalt gutes Feinkorn (Belgien).

b. Schnelles Einschmelzen bei hoher Temperatur (bei reinem Roheisen höher, als bei unreinerem) zur Verminderung der Oxydation unter Zuschlag von rohen Stahl- oder Schweissofenschlacken in grössere Menge, auch wohl von Sand, manganhaltigen Substanzen (Braunstein) und Alkalien (Kochsalz).

c. Durchführung des Einschmelzens und Rührens bei höherer Temperatur zur besseren Verflüssigung von Eisen und Schlacke, welche letzterer in grösserer Menge vorhanden, das Metallbad gegen Luftzutritt besser schützt.

Zur Erzielung hoher Temperaturen wandte man früher wohl Oefen mit kleinerem Herd an, erzeugt aber neuerdings in demselben Ofen sehniges Eisen, Feinkorn und Stahl.

d. Längeres (2—3 Haken oder 1/4 St.) und fleissiges Rühren bei Gaaren unter der Schlacke, einmaliges oder ganz unterlassenes Umsetzen.

e. Bildung kleinerer Luppen unter reducirender (rauchender) Flamme, rasches Herausnehmen, vorsichtiges Zängen und Ausheizen derselben.

f. Längere Dauer (5—7 Chargen in 12 St.), je nachdem man auf Feinkorn oder Stahl arbeitet, grösserer Brennmaterialaufwand (120—130—150 Proc. Steinkohle), meist geringerer Abbrand (6—9 Proc.), welcher behuf hinreichender Abscheidung fremder Stoffe auf 16 Proc. steigen kann.

Theorie.

Die chemischen Vorgänge beim Stahlpuddeln (Citat 1, Literatur) sind im Wesentlichen dieselben, wie beim Frischen überhaupt (S. 276).

Nach den neuesten Untersuchungen von Kollmann [3]) nimmt während des Einschmelzens bei der Feinkorndarstellung Kohlenstoff und Eisengehalt zu, das graue Eisen geht in weisses über, es werden viel Mangan, Silicium, Schwefel und Phosphor abgeschieden und die Schlacken daran reicher. In der Rührzeit nimmt der Kohlenstoffgehalt ab, die stärkste Entkohlung findet aber während des Umsetzens statt, welche sich dann auch noch fortsetzt beim Luppenmachen und Zängen der Luppe unter Hammer oder Walze.

---

1) Kerl, Met. 3, 544, 622. Chem. Reactionen beim Stahlpuddeln: B. u. h. Ztg. 1860, S. 150 (Janoyer); B. u. h Ztg. 1860, S. 221, 435, 442 (Lan); B. u. h. Ztg. 1860, S. 233 (Gruner); B. u. h. Ztg. 1863, S. 313 (Schilling); Kerpely, Fortschr. 2, 204 (Schrader); Preuss. Ztschr. 11, 279 (Zander); Oest. Jahrb. 2, 181; 3, 281; 4, 293; 6, 81 (Tunner). Puddelstahl in Oesterreich: Denkbuch des Oest. Berg- u. Hüttenwesens 1873, S. 236. 2) B. u. h. Ztg. 1868, S. 80; 1869, S. 180, 241. Kerpely, Fortschr. 2, 203. 3) Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 18, 325.

Modificationen beim Stahlpuddeln: Anwendung von stark erhitzter Luft und überhitztem Wasserdampf[1]), abwechselndes oxydirendes und reducirendes Schmelzen nach Bérard[2]), Ausfüttern der Oefen mit Graphit und Thon, sowie mit einem Gemenge von Kalkstein, Graphit und Steinkohlentheer.[3]) — Pernot's Rotirofen[4]) gestattete eine bedeutende Ersparung an Brennmaterial und Roheisen, gab aber ein minder festes Product.

Producte.

Als Producte erfolgen:

a. **Feinkorneisen** (S. 253, 346) mit bis 0.5 Proc. Kohlenstoff und darüber.

b. **Puddelstahl**, weit billiger als Herdstahl, aber im Allgemeinen weniger hart, als dieser, weil beim Puddeln grössere, oxydirende Schlackenmengen zur Wirkung kommen und der Luftzutritt weniger ausgeschlossen werden kann; beim wiederholten Schweissen führt der grössere Schlackengehalt noch eine weitere Kohlenstoffabnahme herbei. Man ist aber im Puddelofen mehr Herr des Processes und kann darin noch Roheisensorten verarbeiten, welche im Herd keinen guten Stahl mehr geben. Durch Cementiren[5]) lässt sich Puddelstahl härten.

Puddelstahl ist im J. 1848 von G. Bremme[6]) in Westphalen zuerst mit Erfolg dargestellt, nachdem bereits 1835 in Steyermark[7]) ausgeführte Versuche genügende Resultate nicht ergeben hatten.

c. **Puddelstahlschlacken**, welche im Wesentlichen den Eisenpuddelschlacken in der Zusammensetzung gleichen.

Beispiele für Stahlpuddeln.

Oesterreichische Alpenländer[8]) (Steiermark, Kärnthen, Krain, Tyrol): Der Puddelstahl wird besonders zu Tyres und Rails mit harten Laufflächen, sowie zur Sensen-, Sichel- und Strohmesserfabrikation verwandt, hat aber durch Benutzung des Bessemer- und zum Theil des Martinstahles eine wesentliche Verminderung in der Fabrikation erlitten. — Siegen.[9]) Einsatz 175 kg. Rohstahleisen, 12 Chargen in 24 St., 9 Proc. Abgang, 131 Proc. Steinkohlen. — Haspe[10]): Einsatz 175 kg. Holzkohleneisen, 8 Chargen in 12 St., 7—8 Proc. Abbrand, 130 Proc. Steinkohlen. — Mutterhausen (Elsass): Einsatz 200 kg. Spiegeleisen und Rohstahleisen, Ausbringen 89.3 Proc., Chargendauer 2 St., Kohlenverbrauch 120—140 Proc. Einschmelzen des Roheisens, Steigerung der Hitze, Zusatz von Braunstein und Kochsalz, Dämpfen nach dem Frischen, sofortiges Herausnehmen jeder fertig gemachten Luppe, Zängen unter einem Dampfhammer, Zurückbringen in den Ofen, Bedecken mit Schlacke, Wiederherausnehmen und Auswalzen. Krupp[11]) erzeugt Puddelstahl zum Tiegelschmelzen.

Feinkorn.

Lüttich.[12]) Darstellung von Feinkorn zu Draht, Blech, Axen, Bandagen u. s. w. aus phosphorreichem manganhaltigen Roheisen (S. 176). Bei mehr als 5 Proc. Mangan gelingt das Frischen nicht vollständig. Chargen von 200—225 kg., für Blecheisen erster Qualität 175 kg. Spiegeleisen mit 7 Proc. Mangan und 50 kg. Weisseisen, für zweite Qualität Roheisen mit 5 Proc. Mangan, für Stahl und Feinkorn Extraqualität $1/2$—$2/3$ Spiegeleisen mit mehr als 6 Proc. Mangan, das Uebrige Weisseisen; für Stahl zweiter Qualität und Feinkorn zu Draht $1/3$ Spiegeleissen und $2/3$ Weisseisen, für Feinkorn zweiter Qualität $1/2$ Weissstrahl mit 3—6 Proc. Mangan und $1/2$ Weisseisen oder letzteres mit weniger als 3 Proc. Mangan allein. Je bessere Qualität erzielt werden soll, um so langsamer das Frischen, z. B. für Feinkorn erster Qualität 4 Chargen in 12 St. mit 900 kg. Roheisen, bei ordinairem Eisen 8 Chargen in 12 St. mit 1700 kg. Roheisen. Bearbeiten der Luppen unter Hämmern von 2500 kg. Gewicht, Zerbrechen derselben und Classificiren in solche mit feinem gleichmässigen Korn und solche

---

1) Kerpely, Fortschr. 2, 201; 3, 211. 2) Kerpely, Fortschr. 2, 200; 5, 275; 8—10, 704. 3) Berggeist 1865, No. 44. 4) B. u. h. Ztg. 1874, S. 470; 1875, S. 126. 5) Oest. Jahrb. 1863, Bd. 12, S. 65. 6) B. u. h. Ztg. 1865, S. 97. Berggeist 1872, No. 38. 7) B. u. h. Ztg. 1869, S. 180. Denkbuch des Oester. Berg- u. Hüttenwesens 1873, S. 237. 8) Kerl, Met. 3, 641. 9) Preuss. Ztschr. 2, 161. Oest. Jahrb. 1855, Bd. 4, S. 293. 10) Oest. Jahrb. 1855, Bd. 4, S. 293. 11) Kerpely, Fortschr. 8—10, 601. 12) Ann. d. min. 1874, T. 6, p. 216. B. u. h. Ztg. 1875, S. 73.

mit sehnigen Partien. Verlust bei manganhaltigem Roheisen 5 Proc., bei ordinairem 10 Proc. 1 Thl. Steinkohle auf 1 Thl. Product. Den günstigen Einfluss des Mangans auf die Entfernung des Phosphors zeigen folgende Analysen von gewöhnlichem Eisen (a—c) und Feinkorn (d):

	Gehämmertes.	Gewalztes.	Blech.	
	a.	b.	c.	d.
Schwefel	0.173	0.053	0.106	0.016
Phosphor	0.662	0.299	0.299	0.103
Kieselsäure	0.807	0.614	0.266	0.277.

Ein Stab mit gleichmässigem Feinkorn (a) und mit sehnigen Partien (b) aus Roheisen (c):

	a.	b.	c.
Schwefel	1.0	—	—
Phosphor	1.6	0.05	0.03
Mangan	2.3	—	—
Kohlenstoff	3.5	0.4	—
Schlacke	—	1.30	1.60.

B. Mechanisches Puddeln.

Mechanische Puddler.

84. Puddeln mit mechanischen Rührern oder **Puddlern.** Bei diesem Verfahren, aus früher angegebenen Gründen (S. 306, 346) noch selten in Anwendung, ahmen Kratzen — durch Räder und Riemenübertragung von einem für viele Oefen gemeinschaftlichen Motor aus, seltener durch einen besonderen Dampfcylinder an jedem Ofen bewegt — die Handarbeit nach, indem sie meist nur eine hin- und hergehende Bewegung, zuweilen auch eine drehende oder strahlenförmige machen und sich von der mechanischen Vorrichtung zur jederzeitigen Benutzung mit der Hand entfernen lassen. Hohle Kratzen mit Luftzuführung (S. 306) haben eine allgemeinere Verbreitung auch nicht gefundeu.

Rotiröfen.

85. Puddeln in Rotiröfen. Dieselben enthalten Schmelzräume in Gestalt von

1. Rotirenden Cylindern (Cylinderöfen) und zwar

a. Danksofen (S. 308), in welchem, z. B. auf den Werken von Hopkins, Gilkes & Co.[1]) und von Erimus[2]), folgende Manipulationen ausgeführt werden: Eintragen von gleichen Theilen Eisenoxyd und gepulverter Schlacke, dann der Roheisencharge (354 kg.), nach Wood[3]) am zweckmässigsten, im granulirten Zustande zur Schonung des Futters und Beschleunigung des Processes; sehr langsames Rotirenlassen des Ofens, um das Eisen umzuwenden, nach dem Einschmelzen raschere Rotation (2 Tour. pro Min.) und 5 Min. lang Einspritzen von Wasser mittelst Giesskanne, um das Bad zu verdicken und die Einwirkung von Eisenoxyd und Schlacke hervorzurufen, Steigerung der Temperatur durch Vermehrung des Unterwindes, bis die Schlacken wieder in Fluss gekommen, Anhalten des Ofens behufs Abstechens der Schlacke, Schliessen des Stiches, Steigerung der Temperatur bei 10 Umdrehungen pro Min. behuf kräftigen Durcharbeitens, heftiges Kochen, Entstehung von Frischeisen, Verminderung des Windes und der Umdrehungen ($1^1/_2$ Tour.

1) B. u. h. Ztg. 1874, S. 65. Ztschr. d. Ver. deutsch. Ingen. 19, 120. Kerpely, Fortschr. 8—10, 447, 465. 2) B. u. h. Ztg. 1874, S. 329; 1875, S. 69. 3) Dingl. 209, 418. B. u. h Ztg. 1874, S. 440.

pro Min.) behuf der Luppenbildung, Entfernung des beweglichen Fuchses, Einbringen einer Gabel in den Rotator, auf welche die Luppe fällt, indem man dem Ofen eine halbe Umdrehung machen lässt, Herausziehen der 354 kg. schweren Luppe und Zängen unter einem Quetscher (S. 321); Zeitdauer 1¼ St., 8 Operationen in 12 St., Production 4000 kg.

Steigerung der Production durch Einbringen flüssigen Roheisens[1]) aus Cupoloöfen, wobei aber ein Theil der ersparten Zeit dadurch verschwindet, dass beim Einschmelzen festen Eisens im Ofen schon gewisse Reactionen vorgehen; auch wird das Ofenfutter leichter zerstört. Der im Ofen enthaltene Ueberschuss von oxydirtem Eisen trägt zur vollständigeren Abscheidung von Phosphor und Silicium bei.[2]) Der Process verläuft besser, namentlich wird das Futter nicht so stark angegriffen, wenn man das Roheisen zuvor durch Umschmelzen mit Eisenoxyd im Cupoloofen feint oder dasselbe granulirt. Hohe Arbeitslöhne und das Vorhandensein kieselsäurefreier oder phosphorarmer reiner Erze in genügender Menge reden dem Process das Wort.

b. Crampton's Ofen[3]) (S. 309, 346). Einsatz circa 310 kg., Chargendauer 1 St. 31 Min., Mehrausbringen 14.544 Proc., Verbrauch von 712 kg. Brennmaterial auf 1016 kg. (1 Ton) Puddeleisen.

Rotirende Scheiben.

2. Rotirenden Scheiben (Scheibenöfen). Bei v. Ehrenwerth's Ofen (S. 310) mit horizontal rotirendem Scheibenherd geschieht das Rühren mechanisch mittelst Krücken, das Luppenmachen dagegen mit Hand. Einsatz 750—1000 kg., 20—24 Tour. pro Min. in der Rührperiode, 3—4fach grössere Erzeugung als sonst auf gleiches Anlagecapital. — Pernot's Ofen mit geneigtem rotirenden Herd (S. 310) soll zu Chamond gegen gewöhnliche Puddelöfen gestatten: Erzeugung besseren Eisens bei von 10 auf 4 Proc. verringertem Abgang, doppelte Production ohne Arbeitslohnersparung, Verbrauch von 12 hl. Steinkohlen gegen sonst 16—17 hl. Charge von 500 kg. giebt 480—490 kg. Eisen; 1000 kg. kommen um 21—22 Frcs. billiger als sonst. Das Manipuliren geschieht in nachstehender Weise: Einführen des Wagengestelles, Erhitzen bis zur Weissgluth, Ausfüllen der Zwischenräume der Auskleidung mit kleinen Eisensteinstücken, Schlacke, Hammerschlag u. s. w., Glätten der Herdmasse bei 3—4 Tour. pro Min., Ausstreuen von feinem Futtermaterial über den ganzen Herd und Glätten, Eintragen von festem Roheisen, Arbeiten wie beim Dankspuddeln bis zur Gaare, Zertheilung des Gaareisens in 7—8 Luppen. — Im Vergleich zum Danks-Ofen zeigt der Pernot-Ofen nicht die Schwierigkeit der Herstellung des Futters, man spart etwas an Arbeitslöhnen und ⅓ an Brennstoff und kann die Maschinen und Geräthschaften vom gewöhnlichen Puddeln benutzen.

Pernot's Ofen.

Neuere Resultate.

Nach neueren Versuchen zu Chamond spart man nach Henry[4]) gegen den gewöhnlichen Puddelofen bedeutend an Brennmaterial und hat geringeren Eisenverlust, und zwar ist bei ordinairem weissen Roheisen die Ersparung an Brennmaterial grösser als an Eisen und erstere beträgt etwa ⅓; bei reineren Eisensorten (Grau- und Spiegeleisen) ist bei etwa gleichem Brennstoffverbrauch das Eisenausbringen weit höher, als bei ordinairem Eisen, indem der grössere Silicium- und Kohlegehalt der ersteren zu einer grösseren Eisenreduction aus dem

1) B. u. h. Ztg. 1872, S. 275, 455; 1874, S. 66. 2) B. u. h. Ztg. 1872, S. 276. 3) Iron and Steel Inst. 1874, No. 2, S. 384. 4) Ann. d. min. 4. livr. de 1874, p. 65. Stummer's Ingenieur 1875, No. 57 u. 58. Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 19, 124.

Herde Veranlassung giebt. Die Ersparung an Arbeitslöhnen schwankt zwischen 2—3 Frcs. pro 1000 kg. bei besseren und etwa 1 Frc. bei ordinairen Roheisensorten. Im Ganzen vermindern sich die Kosten im Pernot-Ofen gegen den gewöhnlichen Puddelofen um 25—30 Frcs. pro 1000 kg. und um 7—10 Frcs. pro 1000 kg. producirtes Eisen. Beim Stahlpuddeln mit grösserem Zusatz von Zängeschlacken spart man gegen das gewöhnliche Stahlpuddeln pro 1000 kg. 18.48 Frcs., meist an Brennmaterial und Roheisen; die Löhne sind fast gleich, aber das Product weniger fest, als vom gewöhnlichen Stahlpuddeln und die Arbeit ist wegen rapideren Verlaufes schwieriger zu leiten. Pernot's Oefen sind auf einem belgischen Eisenwerke und bei Kalk (Deutz) im Bau.

Dritter Theil. **Oxydirendes Schmelzen von Roheisen bei Gebläseluft ohne Brennmaterial auf flüssige Producte** (Bessemerfrischen, Bessemern, Windfrischen, Convertiren).

Wesen des Processes.

86. Allgemeines. Dieser von H. Bessemer im J. 1856 erfundene und zu Edsken in Schweden von Göranson lebensfähig gemachte und durch Zusatz von Spiegeleisen von Mushet wesentlich verbesserte Process[1]) besteht darin, dass in, dem Hohofen oder einem Umschmelzapparate entnommenes flüssiges Roheisen seltener in einem feststehenden Ofen (schwedischer Bessemerofen), als in einem beweglichen Behälter (englischer Converter, Retorte, Birne) stark gepresste, den Druck der Eisensäule überwindende Gebläseluft in feinen Strahlen eingepresst wird, wobei im Allgemeinen die S. 276 angegebenen Reactionen des Feinens, Roh- und Gaarfrischens (der Dreimalschmelzerei bei Schmiedeeisenerzeugung und der Zweimalschmelzerei bei Stahldarstellung entsprechend) eintreten. Es wird dabei hauptsächlich durch verbrennendes Silicium, Mangan und Eisen (etwa 10 Proc.), weniger durch Oxydation des Kohlenstoffs, eine Temperatur erzeugt, welche bei passender Eisenqualität (am Besten kohlenstoffreiches siliciumhaltiges Graueisen) und hinreichend grosser Charge (3000—10000 kg.) zur Durchführung des Processes nicht nur genügt, sondern auch flüssige und in Folge dessen sehr homogene Producte je nach Erforderniss von höherem oder geringerem Kohlenstoffgehalt liefert. Fehlt es an die hinreichende Hitze zum völligen Flüssigerhalten des Productes erzeugenden Agentien (Silicium, Mangan, Kohlenstoff u. s. w.), so ist die fehlende Wärme durch künstliche Mittel zu ersetzen, hauptsächlich durch mehr Wind bei kürzerer

---

1) Geschichtliches: B. u. h. Ztg. 1864, S. 296; 1868, S. 229, 371. Kerl, Met. 3, 646. Wagn. Jahresber. 1872, S. 88. Percy-Wedding's Eisenhüttenkde. 3, 334. Literatur: B. u. h. Ztg. 1869, S. 267. Preuss. Ztschr. Bd. 16, Lief. 3. Kerpely, Fortschr. 2, 208; 3, 214; 4, 250; 5, 233; 6, 215; 7, 318; 8—10, 603. Oest. Jahrb. 18, 60. v. Hingenau, das Bessemern in Oester., Wien 1865. Knut-Styffe, Ber. über die neuesten Fortschr. im Eisenhüttenwesen 1868, S. 10. Petzoldt, Eisenbahnmaterial, S. 182 (Seraing). Åkerman, Wiener Ausstell.-Ber. 1874, S. 97.

Blasezeit, hitzigeren Hohofengang bei basischer Beschickung, Ueberhitzen des Roheisens im Umschmelzofen (und zwar im Cupoloofen durch höheren Satz reiner Cokes, in Siemens' Regenerativofen), Anwendung von erhitztem Wind, seltener Einblasen von Kohlenstaub.

Temperaturen in Bessemerapparaten.

Jordan, Kupelwieser und Åkerman[1]) haben die calorischen Effecte berechnet, welche beim Verbrennen der Bestandtheile des Roheisens mit Sauerstoff, Luft und Wasserdampf erreicht werden, und zwar erhält man nach Letzterem folgende Verhältnisszahlen: Für Silicium resp. 74812 : 61742 : 26392, für Eisen 10493 : 7244 ; 1634, für Mangan mehr als für Eisen, für Kohlenstoff 20012 : 4752 : 5440 Calorien, wobei angenommen ist, dass bei einem Metallbade von 1000 kg. sich 1 Proc. der Stoffe oxydirt, der Sauerstoff der Gebläseluft vollständig verbraucht wird, die Anfangstemperatur des Roheisens 1400° ist, die Gase mit 1400° Wärme das Metallbad verlassen und die unschmelzbaren Retortenwände nicht von der Hitze durchdrungen werden. Nach Troost und Hautfeuille[2]) entwickelt beim Verbrennen in Sauerstoff Silicium zwei- oder dreimal soviel Wärme, als Kohlenstoff, je nachdem letzterer in Kohlensäure oder in Kohlenoxydgas übergeht. Nach Gruner[3]) erreicht Bessemerstahl in der Retorte im Augenblicke des Frischens wenigstens 1500° C. und nach Jordan[4]) lassen sich im Bessemerofen die höchsten Temperaturen, bis zu 2500° C., um deswillen erreichen, weil das verbrennende Silicium ein nicht flüchtiges Verbrennungsproduct und Kohlenoxydgas giebt, welches letztere bei hohen Temperaturen weniger leicht dissociirt, als Kohlensäure. Mit einer solchen Dissociation[5]) (Zerlegung eines Gases, des Wasserdampfes u. s. w. in die Bestandtheile bei hoher Temperatur und gewöhnlicher Atmosphärenpressung) wird stets Wärme absorbirt. Während nach der Berechnung von Peclet beim Verbrennen von Wasserstoff und Kohlenoxydgas Temperaturen von resp. 6903 und 7059° C. entstehen müssten, erfolgen nur solche von 2500 und 3500° in Folge der Dissociation von Wasserdampf und Kohlensäure, der letzteren schon bei 1200°. Aus diesem Grunde erzeugen sich in Martinöfen keine so hohe Temperaturen, als in Bessemeröfen, bei deren enger Halsöffnung die Pressung des Gases oft $^1/_2$ Atmosphäre über die gewöhnliche geht, was der Dissociation entgegenwirkt. Von diesem Gesichtspunkte aus erhalten die Bessemerhochdrucköfen[6]) Bedeutung. Als ein vorzügliches Mittel zur Temperatursteigerung dient erhitzte Gebläseluft, über deren praktische Verwendbarkeit noch wenig Resultate vorliegen. Nach Versuchen zu Zeltweg (S. 365) wurde bei ihrer Anwendung der Retortenboden rascher zerstört, auch fällt der Stahl leichter siliciumhaltig aus.

Erzeugung von reinem Eisen und Stahl.

Bei der innigen Berührung von Wind und flüssigem Roheisen und der hohen Temperatur verläuft der Process, in Folge dessen die Production steigt (in England[7]) z. B. bis 137020 kg. in 12 St.), weit rascher (5—50, durchschn. 20—25 Min.) als das Herd- und Puddelfrischen und es finden vorhandene Unreinigkeiten, wie Schwefel und namentlich Phosphor, dabei keine Zeit, sich genügend abzuscheiden, weshalb es für das Bessemern von diesen Substanzen möglichst freier Roheisensorten bedarf (S. 170). Der schnelle Verlauf des Processes erschwert auch die Erzeugung von Carbureten mit einem bestimmten höheren Kohlenstoffgehalt, also von Stahl, weshalb man häufig ein niedrig gekohltes oder ganz entkohltes Product erzeugt und diesem durch Zusatz von Spiegeleisen die erforderliche Kohlenstoffmenge wieder zuführt. Auch tritt dabei die Massenwirkung stärker hervor, in Folge dessen das entkohlte Eisen

---

1) Oest. Ztschr. 1870, No. 16 (Jordan u. Kupelwieser). B. u. h. Ztg. 1874, S. 76 (Åkerman). Kerpely, Fortschr. 7, 339. 2) Dingl. 196, 57. 3) B. u. h. Ztg. 1874, S. 115. 4) B. u. h. Ztg. 1874, S. 210. 5) B. u. h. Ztg. 1869, S. 224, 230. Dingl. 181, 285, 291. Polyt. Centr. 1871, S. 1184. 6) B. u. h. Ztg. 1870, S. 184, 336; 1871, S. 113. 7) Polyt. Centr. 1874, S. 458.

noch Mangan und das noch nicht völlig entkohlte Eisen schon Sauerstoff enthalten kann.

Man hat (s. Rohmaterialien S. 364, 366) wiederholt, jedoch selten mit durchschlagendem Erfolge versucht, behuf des Bessemerns die Unreinigkeiten durch Behandlung des flüssigen Roheisens mit oxydirenden, chlorirenden und fluorirenden u. s. w. Reagentien, oder durch Verzögerung des Frischens (Zuführung von Cyanbildern oder Cyanverbindungen, von Kohlenstaub, Kohlenwasserstoff, Wasserstoff, mangan- und alkalihaltigen Zuschlägen) zu entfernen.

Bei dem raschen Verlauf des Processes gelingt es schwierig, Schmiedeeisen mit geringem Kohlenstoffgehalt zu erzeugen, indem leicht ein gänzlich entkohltes, selbst sauerstoffhaltiges brüchiges krystallinisches Product [1]) (überblasenes, verbranntes, kurzes Eisen) mit tesseralen Formen (S. 9) entsteht. Die Kürze solchen Eisens ist nicht mit Roth- und Rohbruch zu verwechseln, welche sich bei nicht hinreichend grauem oder nicht hitzig genug durchgeführter Charge zeigen. Man erzeugt deshalb gewöhnlich Stahl (Bessemerstahl) oder stahlähnliche kohlenstoffreichere, für viele Zwecke werthvollere Producte [2]) (Bessemermetall), indem man entweder dem Hohofen entnommenes, also kein besonderes Brennmaterial zum Umschmelzen erforderndes, sehr gutes, gleichartig bleibendes Roheisen direct nur bis zur verlangten Härtenummer (S. 257) ohne Spiegeleisenzusatz entkohlt (ursprüngliches schwedisches Verfahren in feststehenden Oefen [3])) oder in besonderen Apparaten (Cupoloöfen, seltener Flammöfen) umgeschmolzenes, gewöhnlich minder reines Roheisen überbläst, also sauerstoffhaltig macht (mit etwa 0.35 Proc. Sauerstoff) und durch Zusatz von flüssigem Spiegeleisen oder manganhaltigem Graueisen [4]), wohl in glühenden Stücken, eine Rückkohlung veranlasst, wobei durch das Zusatzmetall nicht nur der zur Erzielung einer gewissen Stahlhärte erforderliche Kohlenstoffgehalt angestrebt, sondern dem überblasenen brüchigen Metall durch das Mangan sein Sauerstoffgehalt [5]) entzogen und dadurch die Kürze beseitigt wird (S. 21). Auch trägt das Mangan zur Abscheidung vorhandenen Schwefels bei und gleicht, in geringen Mengen in den Stahl gehend, die schädliche Wirkung eines Schwefel-, Phosphor- und Siliciumgehaltes zum Theil aus (S. 20). Dieses dem ursprünglichen englischen Bessemerprocess in beweglichen Retorten, Birnen oder Convertern zu Grunde liegende Verfahren ist die Combination eines eigentlichen Frischprocesses mit der später zu erwähnenden Mischstahldarstellung.

Modificationen.

Der schwedische Process wird in seiner früheren Gestalt, d. h. in stehenden Oefen, nur selten ausgeführt, indem diese den beweglichen Retorten meist gewichen sind. Zwar ist der erstere Apparat billiger in Anlage und Unterhaltung und erfordert geringere Windpressung, liefert aber bei schwerer Zugänglichkeit nur geringere Productionen, die Arbeit ist unbequemer und geht langsamer wegen geringerer Angriffspuncte des seitlich einströmenden Windes, statt wie in der Retorte durch Eintreten in vielen Strahlen durch den

1) B. u. h. Ztg. 1868, S. 156; 1872, S. 261. Kerl, Met. 3, 657. 2) Vergleichung der Stahlfrischmethoden 1864, S. 79. 3) Kerl, Met. 3, 648. 4) B. u. h. Ztg. 1872, S. 262; 1873, S. 354. 5) B. u. h. Ztg. 1872, S. 261; 1874, S. 271. Iron and Steel Inst. 1874, No. 1, p. 76.

Boden. Dagegen hat man mehrfach vom schwedischen Process die Entnahme von flüssigem Roheisen direct aus dem Hohofen, statt aus Umschmelzapparaten, sowie das directe Stahlfrischen ohne Rückkohlen auch auf die englische bewegliche Birnenvorrichtung übertragen.

Directer Hohofenabstich.

Die Entnahme des flüssigen Roheisens aus dem Hohofen bietet noch folgende Vortheile[1]): Ersparung der Umschmelzkosten (im Cupoloofen gehen auf 1000 kg. Roheisen an 400 kg. Cokes, im Flammofen 550—600 kg. Steinkohlen), Vermeidung des Abbrandes (circa 1.5 Proc.) und Erzielung einer für gewisse Zwecke viel vorzüglicheren Stahlqualität, indem das Roheisen beim Umschmelzen Kohlenstoff, Mangan und Silicium verliert, weshalb man überall nur graueres Roheisen umschmilzt.[2]) Im Flammofen verändert sich das Roheisen leichter, als im Cupoloofen, letzterer erfordert aber reine Cokes, damit dem Roheisen nicht Schwefel zugeführt wird. Englisches Hämatitroheisen mit 2.38 Silicium und 0.054 Schwefel enthielt nach dem Umschmelzen im Cupoloofen 2.42 Si und 0.08 S, solches mit 2.51 Si und 0.075 S nach dem Umschmelzen im Flammofen 2.21 Si und 0.07 S, Spiegeleisen mit 8.8 Mn nach dem Schmelzen im Cupoloofen 6.6 Mn ohne Aenderung des Schwefelgehaltes von 0.02 Proc. Eine beim Umschmelzen von 6775 kg. Roheisen im Flammofen fallende Schlacke wog 310 kg. enthielt 11.7 Proc. Mangan, also 36.27 kg. Mangan gingen aus dem Roheisen verloren. Als Schattenseiten des Hohofens sind zu erwähnen: Das Abhängigwerden des Bessemerprocesses hinsichtlich Qualität und Quantität der Producte vom Hohofenbetrieb, grosse Schwierigkeit der Erzeugung derselben Roheisenqualität selbst bei gleichem Ofen, Erz und Brennmaterial, und die Möglichkeit des Stillstandes des Bessemerns nach dem Ausblasen des Hohofens. Dem entgegen hat das Umschmelzen des Roheisens aber auch Vorzüge, namentlich bei unreinerem Eisen, indem es eine Verbesserung desselben, sowie eine Massenproduction zulässt. Um theilweise die Vortheile des directen Hohofengusses mit einer Massenproduction bei den geringsten Kosten und ohne Schädigung der besseren Qualität zu verbinden, hat man neuerdings begonnen, z. B. zu Heft[3]), zu den Erzgichten im Eisenhohofen ohne Verminderung des Ausbringens 14–16 Proc. vom Erz an Roheisen zuzusetzen. Es wird vielleicht möglich werden auf diese Art Weisseisen zum Bessemern verwenden zu können. Zweckmässig sticht man bei jeder Bessemeroperation den ganzen Eisenvorrath im Hohofenherd ab, weil sich beim längern Ansammeln das Roheisen verändern würde.

Umschmelzen des Roheisens.

Roheisenzusatz im Hohofen.

Stahlerzeugung ohne und mit Rückkohlung.

Die hauptsächlichste Modification bei dem heutigen Bessemerprocesse besteht darin, dass man aus dem Roheisen direct Stahl erzeugt oder erst ein sauerstoffhaltiges, überblasenes Schmiedeeisen und dieses dann durch manganhaltiges Roheisen rückkohlt. Auf die Auswahl der einen oder anderen Methode ist besonders die Qualität des Roheisens von Einfluss.

Für die erstere Methode (schwedische Methode) mit Unterbrechung des Processes bei erwünschter Entkohlung eignen sich nur möglichst schwefel- und phosphorarme oder davon freie, sowie siliciumarme Graueisensorten von nahezu constanter Zusammensetzung mit einem grösseren Mangangehalt (3—4 Proc. und mehr), während manganarme siliciumreichere, auch minder reine Sorten besser gänzlich entkohlt und dann durch Spiegeleisen oder gleiches Roheisen rückgekohlt werden (Spiegeleisen- oder Englische Methode). Man kann bei beiden Methoden das Roheisen direct dem Hohofen entnehmen oder dasselbe zuvor umschmelzen, ersteres bei vollkommen sicherer Roheisenqualität und seltener, fast ausschliesslich nur bei Holzkohlenhohöfen in Schweden, Innerösterreich, Banat, Max-Hütte und Zwickau in Deutschland u. s. w. in Anwendung; meist findet ein Rückkohlen mit vorhergehendem Umschmelzen statt. Diese allerdings theurere Methode gestattet beim Umschmelzen eine Reinigung und zweckmässiges Sortiren der Roheisensorten (beste Resultate erfolgen z. B. bei der Barrow-

1) B. u. h. Ztg. 1874, S. 270. Kärnthn. Ztschr. 1874, S. 370. Oest. Ztschr. 1875, S. 49.
2) Kerpely, Fortschr. 8—10, 639. 3) Kärnthn. Ztschr. 1874, S. 370.

Hematit-Co. durch Zerbrechen jeder Roheisenganz, Separiren und Umschmelzen im Cupoloofen), auch sonst bei Massenproduction einen leichteren und geregelteren Betrieb in der Retorte, ein sichereres Gelingen der Operationen wegen leichterer Erkennung des Reactionsendes, somit die Erzielung gleichmässigerer Producte, was z. B. besonders für die Schienenfabrikation und die Herstellung schweissloser Bandagen wichtig ist. Wesentlich ist dabei, dass sich das Spiegeleisen gehörig mit dem Stahl mengt, weil sonst unschweissbare brüchige Producte entstehen, die noch Sauerstoff enthalten. Je weniger Spiegeleisen man zusetzt, um so schwieriger vertheilt sich dasselbe gleichmässig, weshalb es nach der englischen Methode sicherer ist, gleichmässige höher gekohlte Stahle zu erzeugen, als solche von grosser Weichheit. Letztere haben leicht oxydirte Stellen, erstere aber bei bedeutender Härte leicht rohe Stellen. Die beste Grenze des Kohlenstoffs ist 0.36—0.65 Proc. Das erstere Verfahren (directe Stahlerzeugung ohne Umschmelzen und ohne Rückkohlung) liefert, wie bemerkt, ein für gewisse Qualitäten verwendbares Material, welches namentlich grössere Schweissbarkeit besitzt.[1]) (Analysen von manganreichem und manganarmem Bessemerroheisen s. S. 30). Bellani[2]) sieht das Hauptmittel zur Verbesserung des Zustandes der innerösterreichischen Bessemerwerke in der Verbindung der Retorten mit dem Hohofen und der Stahlerzeugung ohne Rückkohlung, da man daselbst meist mit Erzen von constanter Zusammensetzung arbeitet. Statt des Spiegeleisens verwendet man zuweilen ein manganreicheres Product, Ferromangan (S. 14, 20, 41), mit 50—75 Proc. Mangan und 5—7 Proc. Kohlenstoff (Terrenoireprocess, Eisenmanganmethode), wenn es sich darum handelt, bei phosphorhaltigem Roheisen kohlenstoffarme Bessemerproducte zu erzeugen (S. 14), oder auch bei sonst reinem siliciumreichen, manganarmen Roheisen kohlenstoffarme weiche Stahlsorten (z. B. zu Waffen, Kesseln, Blechen, Panzerplatten, Schmiedestücken, schweren Geschützen u. s. w.) darzustellen. Zur Zeit ist das Ferromangan noch zu theuer, um überall das Spiegeleisen zu ersetzen. Da dasselbe jedoch billigere phosphorhaltige Roheisensorten zur Verwendung zulässt, so ist dieses bei Ermittelung der Preisgrenzen[3]) zu berücksichtigen. — Nach Bender[4]) entsteht bei Zusatz von Spiegeleisen zum überblasenen Bessemermetall Kohlenoxydgas, welches vom Stahl gebunden bleibt und den Guss blasig machen kann. Man hat dieses durch Zusatz von siliciumreichem Graueisen[5]), jedoch bislang ohne Erfolg, vermindern wollen, wobei das Silicium ähnlich wie Mangan den Sauerstoff aus dem überblasenen Product aufnehmen soll.

Ausbreitung des Bessemerns. Die Ueberzeugung, dass Eisen vom Stahl meist verdrängt werden wird, hat in den letzteren Jahren einen förmlichen Wetteifer in Errichtung von Stahlwerken, namentlich für den Bessemerprocess, hervorgerufen.[6])

In Deutschland[7]) existiren zur Zeit 71 Retorten. Rechnet man davon nur 60 mit einer Tagesproduction von 25000 kg. in Betrieb, so besitzen dieselben eine Productionsfähigkeit von 450 Mill. kg. im Jahre. Nimmt man dazu noch die Production der Siemens-Martinöfen, so steigt die Gesammtproduction auf etwa 550 Mill. kg., ein Quantum, welches die Nachfragen nach vielen Seiten hin zufrieden stellen dürfte. Auch in Frankreich, Belgien, England und Amerika[8]) hat die Zunahme der Stahlwerke gleichen Schritt gehalten; es muss jedoch, wenn Stahl statt Eisens allein herrschen soll, noch ein Verfahren zur Darstellung von Stahl auch aus geringeren Roheisensorten entdeckt werden.

Lage der Bessemerwerke. Während die Lage der Eisenhohöfen meist durch diejenige der Erzlagerstätten vorgeschrieben ist, so suchen sich die Bessemerstahl- und Walzwerke an den Kohlenlagern und in möglichst günstiger Situation zum Absatzgebiete der fertigen Stahlwaaren anzusiedeln, bei welchen Verhältnissen jedoch nicht selten wegen grosser Distanzen des gegenseitigen Rohmaterialienbezuges hohe Fabrikationskosten entstehen.

---

1) B. u. h. Ztg. 1874, S. 369; 1875, S. 40. Kick, techn. Bl. 1874, S. 115. Deutsch. Engineering, 1874, No. 14. 2) Oest. Ztschr. 1875, S. 49. 3) B. u. h. Ztg. 1874, S. 393; 1875, S. 39. 4) B. u. h. Ztg. 1872, S. 262. 5) B. u. h. Ztg. 1874, S. 12. 6) Kärnthn. Ztschr. 1875, S. 11. 7) B. u. h. Ztg. 1874, S. 53. Frantz, oberschl. Ztschr. 1875, No. 5. 8) Oest. Ztschr. 1875, S. 155. Rev. univers. 1875, Vol. 37, No. 1, p. 11. Kerpely, Fortschr. 8—10, 303.

Es empfiehlt deshalb zur Verringerung derselben auf österreichischen Werken Belani[1]) die Bessemerhütte zum Hohofen zu legen und das Walzwerk an eins der Kohlenlager im Absatzgebiete der Waare, die Ingots dann letzterem zuzusenden und Walzabfälle als Rückfracht zum Hohofen u. s. w. zu bringen.

87. Rohmaterialien. Als solche kommen zur Verwendung:

1. Roheisen[2]) (S. 30, 170), welches hinreichend rein von Schwefel und Arsen, namentlich aber von Phosphor (S. 14) und heiss oder hitzig sein, d. h. Substanzen enthalten muss, welche beim Oxydiren hinreichende Wärme zum Flüssigerhalten der Charge während der ganzen Operation liefern (Silicium, Mangan). Das Roheisen muss um so heisser sein, je weicheren Stahl man erzeugen will, und um so reiner, je besser dessen Qualität ausfallen soll. Diesen Bedingungen entsprechen mehr oder weniger: Roheisen.

a. am besten ein reines, hochgekohltes, stark glänzendes, grobkörniges, graphithaltiges, gaares graues Holzkohlen- oder Cokesroheisen (z. B. englisches Hämatiteisen mit 3—4 Proc. Kohlenstoff, 1.5—4.5 Proc. Silicium, 0.09 Proc. Schwefel, 0.04—0.05 Proc. Phosphor und 0.57 Proc. Mangan) von der S. 30 angegebenen Zusammensetzung. Während der Graphitgehalt die Entkohlung verzögert, liefert das verbrennende Silicium die erforderliche Hitze (S. 359). Solches Eisen verträgt unbeschadet des Processes ein Umschmelzen. Graues gaares Roheisen.

Der Kohlenstoffgehalt beträgt zweckmässig 3—4 Proc. und mehr, davon nicht unter 1.4—1.3 Proc. Graphit bei directer Verwendung des Eisens aus dem Hohofen, und nicht unter 3—2.5 Proc., wenn das Roheisen umgeschmolzen werden soll. Kohlenstoffgehalt.

Ein Siliciumgehalt macht das Eisen, wenn auch nicht in dem Grade wie Kohlenstoff, härter und schmelzbarer, ohne aber bei plötzlicher Abkühlung die Härte zu erhöhen. Durch einen entsprechenden Mangangehalt wird der schädliche Einfluss des Siliciums auf Zähigkeit und Festigkeit des Eisens etwas ausgeglichen. Es wird demnach nach Tunner[3]) bei allen jenen Eisensorten, welche im ungehärteten Zustande und ohne ein Bedürfniss von besonderer Zähigkeit und Festigkeit bei ihrer Verwendung zu erheischen, ein gewisser Siliciumgehalt, namentlich bei gleichzeitiger Anwesenheit von Mangan nicht zu fürchten sein, kann sogar in Rücksicht auf die vermehrte Härte sogar günstig wirken (z. B. bei Verwendung der Ingots zu Bandagen, Eisenbahnschienen u. s. w. 0.1—0.5 Proc., bei einem Mangangehalt selbst 1 Proc. Silicium). In solchem Falle bedient man sich zweckmässig siliciumreicherer Eisensorten mit wenigstens 2 Proc. Silicium, aber häufig auch solcher mit 3—4 Proc., bei Cokes und hocherhitztem Winde erblasen. Bei noch mehr Silicium werden in Folge zu hitzigen Ganges die Formen und das Birnenfutter stärker angegriffen, die Eisenverschlackung nimmt zu, der Stahl wird zu siliciumhaltig und in Folge dessen spröde, indem, da siliciumreiches Roheisen gewöhnlich kohlenstoffarm ist, der Kohlenstoff früher verbrennt, bevor alles Silicium beseitigt ist. Man gattirt deshalb wohl Roheisensorten mit mehr als 3 Proc. Silicium mit Holzkohlenroheisen mit 1.5—2 Proc. Silicium. — Soll der Bessemerstahl für seinen Gebrauch gehärtet werden und muss derselbe grosse Festigkeit und Zähigkeit besitzen (Werkzeugstahl, z. B. Sensenstahl), welche Eigenschaften durch einen Siliciumgehalt beeinträchtigt werden, so wählt man für solche Zwecke reine kohlenstoffreiche Roheisensorten mit unter 2 Proc. Silicium (Holzkohlenroheisen), wo dann aber die erforderliche Temperatur (Hitzigkeit) zur sicheren Durchführung des Processes entweder durch einen grösseren Mangangehalt oder durch künstliche Mittel (S. 358), namentlich durch Entnahme sehr hitzigen Roheisens Siliciumgehalt.

---

1) Oest. Ztschr. 1875, S. 49. 2) B. u. h. Ztg. 1875, S. 107. 3) Kärnthn. Ztschr. 1875, S. 33.

aus dem Ofen, mehr Wind bei kürzerer Blasezeit, hitziges Umschmelzen im Siemensofen u. s. w. beschafft werden muss. In dieser Weise arbeitet man u. A. häufig in Schweden, z. B. in Fagersta, mit bei basischer Beschickung und höchstens auf 300° erhitztem Winde gefallenem Holzkohlenroheisen mit nicht mehr als 1 Proc. Silicium. Solcher Stahl fällt allerdings blasiger aus, als aus siliciumreichem Roheisen, die Poren verlieren sich aber durch Verschweissen, wenn man die äusserlich noch rothwarmen Ingots sogleich in den Ofen zur Wiedererhitzung bringt. Man nennt wohl Roheisen mit mehr als 1.5 Proc. Silicium heisses, daran ärmeres kaltes.

Schwefel- u. Phosphorgehalt.

Der Schwefelgehalt soll 0.1 Proc. nicht übersteigen (S. 11), der Phosphorgehalt nicht über 0.05 Proc. kommen, obgleich in manchen Fällen Roheisen mit 0.08—0.12, selbst 0.15 Proc. Phosphor zum Bessemern verwandt wird, allerdings dann bei Erfolg minderer Qualität. Die Phosphorausscheidung beim Bessemern ist deshalb eine so unvollkommene, weil die phosphorreiche Schlacke während des ganzen Processes (im Gegensatze zum Herd- und Flammofenfrischen) auf dem Metallbade bleibt und bei der Acidität der Schlacke die etwa verschlackte Phosphorsäure von der Kieselsäure immer wieder ausgeschieden und dann vom Eisen reducirt wird (S. 14). Ein gewisser Phosphorgehalt kann für manche Verwendung des Stahles (dann wohl Phosphorstahl genannt; Geschichtliches darüber in B. u. h. Ztg. 1875, S. 136) unschädlich sein, wenn gleichzeitig der Kohlenstoffgehalt sehr niedrig ist (S. 14); auch scheint ein gewisser Siliciumgehalt die üblen Eigenschaften des Phosphors mildern zu können (S. 15), aber bei der raschen Oxydation des Siliciums bleibt von demselben häufig nicht genug zur Neutralisation der üblen Eigenschaften des Phosphors zurück, weshalb guter Bessemerstahl mit Sicherheit nur aus phosphorfreiem oder sehr phosphorarmem Roheisen dargestellt werden kann. Zur Beseitigung eines Schwefel- und Phosphorgehaltes, namentlich des letzteren, sind unter Anderem folgende Mittel, meist aber mit zweifelhaftem Erfolge, empfohlen: oxydirende Zuschläge (Braunstein, Blei- und Zinkoxyd, Eisenerz [1])), Chlor- und Fluorverbindungen (Kochsalz, Salmiak, Flussspath [2])), Einblasen von Gasen oder Dämpfen (Kohlensäure [3]), Leuchtgas [4]), Wasserstoff [5]), Wasserdampf, Jod [6])); abwechselndes Behandeln geschmolzenen Roheisens mit Wind und Kohlenwasserstoff nach Berard [7]), Ablassen der phosphorhaltigen Schlacke [8]), wiederholter Zusatz von Spiegeleisen und Titanroheisen und jedesmaliges Anlassen des Gebläses nach Mushet [9]) u. s. w. Am wirksamsten dürfte sich erweisen: ein Ueberblasen des Stahles, Ablassen der phosphorreichen Schlacke und Rückkohlen im Siemensofen mit phosphorfreiem weissen Roheisen [10]), ferner ein basisches Ausfütterungsmaterial für die Retorte behuf Erzeugung einer basischen Schlacke in Gestalt von Eisenoxyd, Kalk, Magnesia (S. 16). —

Mangangehalt.

Mangan [11]), welches nach neueren Untersuchungen (S. 359) beim Verbrennen eine höhere Temperatur als Eisen giebt, kann das Silicium als Hitzeerzeuger theilweise ersetzen. Solche manganhaltigen und siliciumärmeren Roheisenarten eignen sich besonders zum Bessemern ohne Rückkohlung. Das Bessemerroheisen der Alpenländer besitzt gerade hinreichend Mangan, um einen Spiegeleisenzusatz entbehrlich zu machen, und genügend Silicium und Kohlenstoff für hinreichend hitzigen Gang, um sämmtliche Abfälle beim Convertiren mit zusetzen zu können, weshalb bei directem Betriebe 86—88 Proc. verkäufliche Ingots erfolgen, ein sonst nicht erreichter Procentsatz. [12]) Auf einem schwedischen Werke geht ein Roheisen mit 3 Proc. Mangan und nur 0.7 Proc. Silicium viel heisser als auf den meisten anderen Werken; Cokesroheisen zu Zeltweg enthält 5 Proc. Mangan und 0.7 Proc. Silicium. Beträgt der Mangangehalt viel mehr als 4 Proc. (zu Neuberg 5—6 Proc. geht noch), so wird das Bessemern unsicher, es entsteht eine teigige das Futter stark angreifende Schlacke, es kommen den Process gefährdende starke Auswürfe vor, wenn man nicht im Verhältniss zur Roheisencharge sehr grosse Converter anwendet, der Stahl wird minder fest, die Arbeit unregelmässiger und das Reactionsende wegen Entstehung einer trüben, viel Manganrauch enthaltenden Flamme

1) B. u. h. Ztg. 1865, S. 219, 247; 1868, S. 28. Preuss. Ztschr. 11, 236. Kerpely, Eisenhüttenwes. Ungarns S. 296. 2) B. u. h. Ztg. 1868, S. 120, 247; 1872, S. 279, 420; 1873, S. 133. 3) B. u. h. Ztg. 1868, S. 299. 4) B. u. h. Ztg. 1868, S. 121; 1872, S. 279, 420. 5) B. u. h. Ztg. 1872, S. 420. Oest. Jahrb. 18, 91, 92. 6) B. u. h. Ztg. 1871, S. 176, 204; 1872, S. 71. 7) B. u. h. Ztg. 1869, S. 28, 294; 1871, S. 298, 435. 8) B. u. h. Ztg. 1866, S. 51, 60. Oest. Jahrb. 18, 92. 9) B. u. h. Ztg. 1866, S. 396. 10) B. u. h. Ztg. 1873, S. 354. 11) B. u. h. Ztg. 1872, S. 250, 450; 1874, S. 78, 107, 269. Oest. Jahrb. 18, 61, 83. 12) Kärnthn. Ztschr. 1874, No. 13, 14.

unsicherer. [1]) Mangan und Silicium kommen in demselben Roheisen nicht zugleich in beträchtlicher Menge vor, indem beim Verblasen einer manganhaltigen Beschickung das Mangan das Silicium als kieselsaures Manganoxydul in die Schlacke oder als Kieselmangan auf die Oberfläche des Roheisens führt. Man muss deshalb, um dem Bessemereisen seinen Reichthum an Silicium zu sichern, auf einen höhern Gehalt an Mangan verzichten, woher es kommt, dass das aus Cokesroheisen erzeugte Bessemermetall immer etwas Schwefel enthält. — Kupfer über 0.2 Proc., sowie Aluminium und Calcium über 0.1 Proc. scheinen nachzu sein. [2])

Ueber-gaares Roh-eisen.

b. Uebergaares schwarzgraues Roheisen. [3]) Dasselbe verlegt beim directen Verbessemern die Düsen stark, wobei die Entkohlung gestört wird, bei kurzer Flamme bleibt dasselbe auch in der Kochperiode ruhig und zeigt wenig Funken; dasselbe kann aber durch vorheriges Umschmelzen, ohne dass man den Siliciumgehalt dabei entfernt, dazu tauglich gemacht werden.

Halbirtes Roheisen.

c. Feinkörniges lichtgraues oder schwach halbirtes Roheisen [4]) ist trotz geringeren Siliciumgehaltes noch anwendbar, wenn man dasselbe recht hitzig direct rasch aus dem Hohofen in den Converter absticht [5]) oder vorher im Siemensofen sehr hitzig einschmilzt. Ein grösserer Mangangehalt (3—4½ Proc.) begünstigt die Anwendung dieses billiger und bei grösserer Production als Graueisen herzustellenden Materials. Ein solches z. B. zu Creusot [6]) verarbeitetes Roheisen enthält 2.73 Graphit, 0.35 chem. geb. Kohlenstoff, 4.2 Mangan und 1.56 Silicium. Zu Zeltweg gestattete bis 700° C. erhitzte Gebläseluft beim Bessemern die Anwendung solcher lichten Roheisensorten ganz besonders, sowie auch die Aufarbeit einer grossen Menge Railsenden in der Birne.

Weiss-eisen.

d. Weisseisen. Dasselbe frischt zu rasch und giebt wegen Mangels an einer hinreichenden Menge Silicium keine genügend hohe Temperatur, in Folge dessen bei viel Auswurf dickflüssigen ungleichmässigen Stahl. Dasselbe lässt sich nur, so wie stark halbirtes Eisen direct aus dem Hohofen abgestochen für harte Stahlsorten gebrauchen.

Da Weisseisen billiger herzustellen ist, als Graueisen, so hat man auf die verschiedenste Weise, bislang aber noch ohne durchschlagenden Erfolg, versucht, demselben einen grösseren Hitzgrad beim Bessemern zu geben oder das Frischen zu verzögern, als: Anwendung von erhitzter Luft [7]) (welche zu Zeltweg bei 700° Temperatur sich zwar sehr wirksam zeigte und einen Zusatz von mehr Schienenenden gestattete, aber nach zwei Chargen zur Zerstörung des Birnenbodens beitrug); Nutzung sauerstoffreicherer Luft [8]), Einblasen von kohlenstoffreichen Substanzen (Kohlenstaub, Cyanverbindungen, Leuchtgas [9])), oder von Salpeter [10]), Umschmelzen bei hoher Temperatur im Flammofen und langsames Abkühlen [11]), Zusatz von Blei [12]) oder Zink, die bei der Oxydation Hitze entwickeln, Zusatz des Weisseisens zur Hohofenbeschickung (S. 361), Einblasen von Kohlenoyxdgas [13]) zur Verminderung des Abganges u. a.

Zuschläge.

2. Zuschläge. Dieselben können bezwecken

1) B. u. h. Ztg. 1875, S. 40. 2) B. u. h. Ztg. 1875, S. 107. 3) B. u. h. Ztg. 1865, S. 360; 1872, S. 285. 4) B. u. h. Ztg. 1865, S. 360; 1869, S. 436; 1870, S. 371; 1872, S. 285; 1873, S. 354. 5) B. u. h. Ztg. 1872, S. 360. 6) B. u. h. Ztg. 1874, S. 269. 7) B. u. h. Ztg. 1868, S. 170; 1872, S. 250, 310; 1873, S. 354; 1874, S. 235. Oest. Jahrb. 22, 436. 8) B. u. h. Ztg. 1873, S. 354. Preis v. Sauerstoff in Dingl. 214, 453. 9) B. u. h. Ztg. 1868, S. 210; 1870, S. 47; 1872, S. 279. Kerpely, Eisenh. Ungarns S. 296. 10) B. u. h. Ztg. 1871, S. 71. 11) B. u. h. Ztg. 1867, S. 271. Oest. Ztschr. 1866, S. 214. 12) B. u. h. Ztg. 1865, S. 219. 13) Oest. Jahrb. 18, 92.



a. Eine **Rückkohlung** des überblasenen Stahles und zwar:

Spiegel-eisen.

α. Spiegeleisen [1]), um so werthvoller, je höher sein Mangangehalt.

Wie bereits bemerkt (S. 360), soll dessen Kohlenstoffgehalt das entkohlte Product wieder bis zu dem erforderlichen Grade kohlen, der Mangangehalt Sauerstoff und Schwefel entfernen, auch in geringer Menge in den Stahl eingehen, um die schädliche Wirkung anderer Beimengungen zu mildern (S. 20). Beim Umschmelzen des Spiegeleisens (S. 361) muss die Oxydation des Mangans möglichst vermieden werden, weshalb die Oefen von Siemens und Ponsard gewöhnlichen Flammöfen dabei vorzuziehen sind, in welchen anch Flugasche schädlich wirken kann. Ein Spiegeleisen mit 0.57 Proc. Silicium und 8.50 Proc. Mangan enthielt z. B. nach dem Umschmelzen in einem gewöhnlichen Flammofen nur noch 0.328 Proc. Silicium und 5.3 Proc. Mangan.

Ferro-mangan.

β. Ferromangan, Eisenmangan von der früher (S. 15, 20, 42) angegebenen Zusammensetzung und zur Erzeugung kohlenstoffarmer Producte bestimmt, welche entweder einen Phosphorgehalt besitzen (S. 15) oder weich sein sollen (S. 362).

Die Darstellung des Ferromangans kann auf verschiedene Weise geschehen. Verfahren von Prieger [2]): Schmelzen eines Gemenges von Manganoxyd, Kohle und zerkleintem Eisen (Granalien, Drehspäne, Eisenfeile, Stahlfeile) in Graphittiegeln unter einer Decke von Kohle, Flussspath und Kochsalz bei Weissglühhitze. Ein Prieger'sches Product enthielt 7.15 C, 0.87 Si, 0.02 S, 0.07 P, 72.75 Mn und 19.00 Fe (ein solches von Seraing 5.40 C, 1.86 Si, 0.21 S, 0.10 P, 40.45 Mn, 51.75 Fe). — Henderson's Verfahren [3]): Erhitzen eines Gemenges von kohlensaurem Manganoxydul, Eisenoxyd und Kohle in der neutralen oder reducirenden Flamme eines Siemensofens, welcher in 24 St. 750 kg. Legirung mit 20—25 Proc. Mangan liefert. — Thomson's Verfahren [4]): Erhitzen von Manganerzen mit 30 Proc. Steinkohle, 30 Proc. Kochsalz und 10 Proc. Kalk im Flammofen bis zur Weissgluth und Vereinigung des Manganschwammes mit geschmolzenem Eisen oder Stahl. — Verfahren zu Creusot [5]): Eintragen eines Gemenges von Kohle und Manganerz nach und nach in ein Roheisenbad im Siemensofen mit Sohle aus Graphit und feuerfestem Thon, Zuschlagen der 25 Proc. Mangan enthaltenden Schlacke im Hohofen. — Verfahren zu Terrenoire [6]): Schmelzen von Eisenabfällen mit Manganerzen und Eisendrehspänen unter Zusatz von das Rosten des Eisens begünstigenden Säuren oder Alkalien, namentlich Ammoniak zusammengekittet, in einem Schachtofen mit beweglichem Cokesherd (Cokesklein mit Theer angemengt und bei Luftabschluss geglüht) auf ein Product von 25—75 Proc. Mangangehalt. — Willans' Verfahren [7]): Vermengen von feinzertheiltem Roheisen mit Theer oder Oel, pulverförmigem Manganoxyd und Kohlenstaub, Schmelzen im Tiegel oder im Flammofen, welcher mit Kohlenstaub beheizt wird. — Brown schmilzt Eisen, Manganoxyd und Kohle so zusammen, dass ersteres zu oberst, letztere in der Mitte und das Manganoxyd zu unterst liegt. — Statt des Eisenmangans sind auch Kohlenmangan (S. 20) und Wolframeisen [8]) empfohlen.

Graueisen.

γ. Graueisen [9]) von reiner Beschaffenheit, namentlich mangan- und siliciumhaltig, indem, wie bei dem theureren Spiegeleisen, Mangan und Silicium dem überblasenen Bessemerproduct den Sauerstoff entziehen.

Reinigende Zuschläge.

b. Reinigende (S. 360) oder die Hitze steigernde Zuschläge (S. 358, 365), grossentheils von zweifelhaftem Erfolge.

---

1) Kohlenstoffgeh. schwed. Spiegeleisensorten: B. u. h. Ztg. 1875, S. 109. 2) B. u. h. Ztg. 1866, S. 224. 3) B. u. h. Ztg. 1870, S. 419. 4) Dingl. 199, 394. 5) B. u. h. Ztg. 1874, S. 234. 6) B. u. h. Ztg. 1874, S. 165. Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1875, S. 175. 7) Dingl. 200, 154. 8) B. u. h. Ztg. 1868, S. 231. Polyt. Centr. 1869, S. 742. 9) Oest. Ztschr. 1868, S. 266. B. u. h. Ztg. 1869, S. 314; 1871, S. 449.

Abfälle. c. Stahlabfälle (Fehlgüsse, Ausgussstücke, Schienenenden, Auswurf u. s. w. [1])) lassen sich in um so grösserer Menge in rothwarmem Zustande unter Steigerung des Ausbringens meist in der Kochperiode hinzusetzen, je heisser das Roheisen ist (S. 364). Seltener setzt man kalte Stücke, z. B. Schienenenden, gleichzeitig mit den zum Anwärmen der Birne dienenden Cokes ein, bevor das flüssige Roheisen zugeführt wird (England).

Am zweckmässigsten giebt man in die Birne nur Stab- und Schienenenden, Blechabfälle und kleinere Ausschussstücke. Grössere Fehlgüsse, welche z. B. wegen Rissen eine weitere Verarbeitung nicht zulassen, kommen zweckmässig zur Mischstahlbereitung und Auswurf in den Hohofen.

88. Apparate [2]) und Geräthschaften. Es sind erforderlich:

Zweck. A. Umschmelzöfen [3]) für das Roheisen, insofern dasselbe nicht dem Hohofen direct entnommen (S. 361) oder nach Bessemer's Vorschlag [4]) in der Birne selbst unter Zusatz von wenig flüssigem Roheisen mittelst besondern Brennmaterials geschmolzen wird. Die Schmelzöfen müssen im Vergleiche mit denen bei der Eisengiesserei eine grössere Leistungsfähigkeit nach Raum und Zeit besitzen bei möglichst geringer Beeinflussung der Qualität des Roheisens. Während man früher meist Flammöfen mit Sumpf vor der Feuerbrücke (S. 233) anwandte, weil dieselben ohne zu grosse Veränderung, hinsichtlich der Siliciumabscheidung, der Roheisenqualität grössere Abstiche zulassen, so geht man neuerdings, wenn das disponible Brennmaterial dazu geeignet ist, immer mehr zum Cupoloofenbetriebe über (Deutschland, Frankreich, Nordamerika u. s. w.), nachdem Ofenconstructionen erfunden sind, welche sehr grosse Productionen zulassen. Dagegen hat man für das Schmelzen des Zusatzspiegeleisens meist Sumpfflammöfen (S. 233) beibehalten, weil in ihnen die Ladung längere Zeit heiss erhalten wird, in Nordamerika behuf rascherer Schmelzung auch Flammöfen mit geneigtem Herde (S. 234), sowie auch Cupoloöfen. [5])

Flammöfen.

Schachtöfen.

Cupoloöfen haben für das Graueisen den Flammöfen gegenüber folgende Vorzüge: viel geringeren Brennstoffverbrauch, namentlich bei Anwendung von erhitzter Gebläse-, meist Ventilatorluft (auf 1 Thl. Kohle 6 Thle. Roheisen in Nordamerika), continuirlicher und rascherer Betrieb, leichtere Erzeugung eines hitzigeren Eisens, längere Campagnen, geringere Herstellungs- und Unterhaltungskosten, Erforderniss eines geringeren Raumes und weniger kostspieliger Gebäude, mindere Veränderung des Roheisens hinsichtlich des Silicium- und Kohlenstoffgehaltes. Nur für Bessemerwerke, welche in unmittelbarer Nähe von Kohlengruben liegen und keine Cokerei in der Nachbarschaft haben, sind Flammöfen zu empfehlen, sonst immer, namentlich wenn der Brennstoff auf grössere Entfernungen transportirt werden muss, Cupoloöfen der neueren Construction von Ireland, Mackenzie, Krigar u. s. w. (S. 224). Krigaröfen können bei grossen Dimensionen (z. B. 1.5—2 m. Weite und 4.5—5 m. Höhe) und hinreichender Anzahl (4—6) 10—14 cm. weiter Formen oder Schlitze in der Stunde 6000—12000 kg. und mehr geschmolzenes Roheisen geben.

Lassen sich Cupoloöfen, z. B. wegen Mangels an geeignetem Brennmaterial nicht anwenden, so richtet man zweckmässig Sie-

1) B. u. h. Ztg. 1866, S. 173. 2) Neuere Apparate von Walker in Leeds (Gebläse, Cupoloöfen, Converter, Krahne, hydraul. Vorrichtungen u. s. w.) in Iron and Steel Inst. 1874, No. 2, p. 374. Von Holley: Engin. and Mining Journ. New-Jork 1875. Vol. 19, No. 8. Kerpely, Fortschr. 8—10, 614 3) B. u. h. Ztg. 1868, S. 169; 1869, S. 305; 1872, S. 298; 1873, S. 177, 355; 1874, S. 54. Kerpely, Fortschr. 5, 236. 4) B. u. h. Ztg. 1864, S. 351. 5) B. u. h. Ztg. 1870, S. 438; 1872, S. 298, 324; 1873, S. 177.

Siemens-öfen.

mensflammöfen [1]) ein, welche Tag und Nacht gehen und ein sehr hitziges Eisen geben, sonst aber Flammöfen mit Unterwind, um hitzigeres Eisen zu erzielen.

Abstechen des Eisens.

Das aus dem Schmelzapparate abgestochene Roheisen wird der Birne entweder in einer Giesspfanne, mit Inhalt auf einer Schnellwage zu wägen, oder durch eine Rinne zugeführt.

Ersteres Verfahren lässt zwar leichter eine Abkühlung des Eisens zu, wird aber meist vorgezogen, weil sich Unreinigkeiten leichter abziehen lassen, bei bestimmt zu normirenden Gewichten die Chargen gleichmässiger verlaufen und sich, wenn die Abgabe an den Frischapparat nicht sogleich vermittelt werden kann, das Metall zurückhalten lässt. ohne den Betrieb des Cupoloofens zu unterbrechen, was bei Flammöfen indes nicht nöthig ist. Auf nordamerikanischen Werken [2]) sticht man das Roheisen aus den Cupoloöfen in Giesskellen für 12180 kg. Masse, welche in geneigte Rinnen entleert werden, deren oberer steilerer Theil an eine der Kellen durch ein Charnier befestigt ist, während das andere freie Ende sich auf Walzen vor- und zurückbewegen lässt. Je nachdem die Pfanne Roheisen aus dem Cupoloofen empfangen oder solches abgeben soll, erhält die Rinne die passende Stellung. Eine ähnliche Rinne befindet sich an der anderen Giesspfanne für einen zweiten Ofen. Beide entleeren sich in einen feststehenden Behälter, welcher das Metall durch einen seiner beiden Ausgüsse der betreffenden Birne zuführt. Zu Zeltweg [3]) führt eine Pfanne, welche auf einem mit vier Rädern versehenen Gestelle auf Lagern ruht (Wagenpfanne), das flüssige Roheisen auf Schienen zur Birne, indem die Pfanne mittelst eines hydraulischen Krahnes gehoben und in eine zur Birne führende Rinne entleert wird. Bei hinreichend hoher Lage des Sohlsteines (z. B. 1.9 m.) über der Hüttensohle fliesst das Eisen vom Abstich gleich in die Pfanne. Man braucht vom Abstich an bis zum Einlaufenlassen 15 Min. Zeit, während welcher das Eisen so heiss bleibt, dass weder Schalen in der Pfanne, noch Rinneneisen erfolgen.

Beispiele.

Im Nachstehenden folgen einige Beispiele für das Umschmelzen des Bessemerroheisens in verschiedenen Apparaten.

a. Flammöfen. Alte Oefen zu Hörde [4]) für Graueisen 3.138 m. lang bei 1.255—1.412 m. Rostbreite, Einsatz 3000—4000 kg., Schmelzdauer $1\frac{1}{2}$ St., Campagnendauer 6 Chargen; kleiner Ofen für Spiegeleisen: 1.569—1.882 m. lang, Charge 250 kg., Schmelzen 50 Min., 6 Proc. Abbrand, 87.5 kg. Kohle pro Charge. — Zu Königshütte auf 200—240 kg. Satz und zum Warmhalten des Ofens in den Pausen 87—90 kg. Kohlen. Arbeiten mit hoher Brennstoffgicht auf dem Roste und reducirender Flamme bei möglichst kleinen, wohlverschliessbaren Arbeitsöffnungen zur möglichsten Verminderung der Oxydation. — Bessemer's zweiherdiger Flammofen [5]): auf dem hinteren Herd zum Glühen gebrachtes Material wird in die Birne gethan, während dessen auf dem vorderen Herd geschmolzenes Roheisen hinzugefügt und geblasen wird.

b. Cupoloöfen. Neue Irelandöfen zu Hörde [6]) mit 12.55 m. hohen und 1.569 m. weiten Blechmänteln, Erfolg von 9000—12000 kg. Eisen in 1 St., Chargen von 1250—1350 kg. Roheisen und 500—600 kg. Cokes. Eisenabbrand 8—9 Proc. — Dowlais: Oefen von 1.569 m. Durchmesser und 5.648 m. Höhe, Aufwand von 30 Proc. Cokes (bei Flammöfen 58 Proc. Steinkohlen). — Barrow: Durchsetzquantum in $\frac{1}{2}$—$\frac{3}{4}$ St. 7100 kg. (im Flammofen in $\frac{5}{4}$ St.). — Nordamerika [7]): Oefen mit zweckmässigen Aufzügen und Chargen von 1016 kg. Fassungsraum für Roheisen und 750 kg. Kohle, Höhe 4.393 m., Durchm. des elliptischen Querschnittes 2.04—1.098 m., Tiefe des Sammelraumes unter der Form 0.941—1.255 m. Betrieb mit Roots- oder besser mit Sturtevants [8]) Ventilatoren, Durchsetzquantum in 12 St. 50800 kg., Ablöschen, Mahlen und Schlämmen der Schlacke.

c. Eisenhohöfen. Zu Heft (S. 361) Zusatz von 14—16 Proc. Roheisen vom Erz zu der Erzbeschickung, wobei sich der Mehrverbrauch an Holzkohlen

1) B. u. h. Ztg. 1874, S. 279. 2) B. u. h. Ztg. 1872, S. 324. 3) Oest. Jahrb. 22, 263. 4) B. u. h. Ztg. 1869, S. 306. Berggeist 1874, S. 645. 5) B. u. h. Ztg. 1864, S. 350. 6) B. u. h. Ztg. 1869, S. 314. Berggeist 1864, S. 645. 7) B. u. h. Ztg. 1872, S. 297, 324. 8) Kerpely, Fortschr. 8—10, 194, 622.

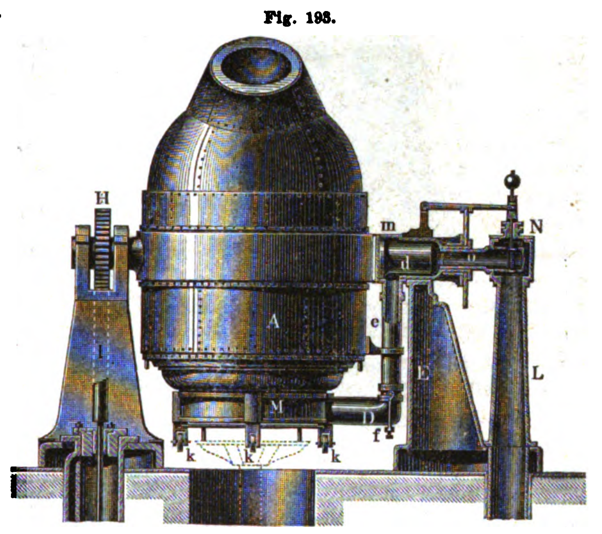
nur um etwa 0.012 cbm. pro 100 kg. des aus den Erzen erblasenen Roheisens steigert und das Umschmelzen ohne allen Abbrand geschieht.

Frisch-apparate. Englische Birne.

B. Frischvorrichtungen und zwar

1. Der bewegliche englische birnenförmige Sturzofen (Birne, Retorte, Converter [1])) von nachstehender Einrichtung (Fig. 193, 194). *A* Converter von etwa 15 mm. dickem Eisenblech, circa 0.3 m. stark ausgestampft mit sehr feuerfester Masse, — thonarmem Sand oder Ganister [2]) von Sheffield mit 93 Kieselsäure, 4 Thonerde, 1—2 Eisenoxyd und geringen Mengen Kalk und Alkalien, oder Thon und Quarz [3]), neuerdings auch ganz [4]) oder theilweise aus mit Masse überkleideten feuerfesten Steinen [5]) *hi* (Fig. 195), seltener aus Magnesit [6]), — nach oben durch einen sich zusammenziehenden und mit Steinen oder Masse ausgefütterten, bei neueren Constructionen [7]) behuf der Erhitzung wegnehmbaren Hals (Kehle) geschlossen. Ein zu weiter Hals wirkt der Wärmeausnutzung entgegen und erschwert die Erkennung des Reactionsendes. Der im Winkel von etwa 45° gebogene Hals steht unter einem Blechschirm an der gemauerten Esse (Fig. 198 C) oder besser vor einer Blechesse (Hörde), an welcher die Auswürfe weniger haften, als an Steinen. Bei einer ovalen Form der Birne lassen sich hitzige Roheisensorten schwieriger verarbeiten und das Futter wird stärker angegriffen. Nach unten ist die Birne durch einen mit schwach konischen Formlöchern versehenen Boden geschlossen. Derselbe wird entweder in der Birne selbst etwa 0.45—0.48 — 0.55 m. dick ausgestampft und ist darin fest oder der untere Theil der Birne (Kessel- oder Bodenstück) lässt sich vom Mittelstück abnehmen [8]) und der Boden ausserhalb des Converters

Fig. 193.



1) B. u. h. Ztg. 1863, S. 72; 1864, S. 295; 1865, S. 360; 1866, S. 225. Preuss. Ztschr. 11, 257. Armengaud, Public. industr. Tome 14, livr. 7 et 8. Dingl. 165, 131. Jordan, Cours de Métallurgie 1874, Taf. 129—134. Kerpely, Fortschr. 5, 236. Kerl, Met. 3, 667. Petzoldt, Eisenbahnbaumaterial 1872, Taf. 21 u. 25. 2) B. u. h. Ztg. 1863, S. 156. 3) B. u. h. Ztg. 1872, S. 376; 1874, S. 60. 4) B. u. h. Ztg. 1873, S. 123. 5) B. u. h. Ztg. 1872, S. 376 (Fig. 1 auf Taf. 8). 6) Preuss. Ztschr. 11, 253. 7) B. u. h. Ztg. 1872, S. 424. 8) B. u. h. Ztg. 1869, S. 334; 1872, S. 326, 376, 423; 1874, S. 60. Oest. Ztschr. 1869, No. 25. Dingl. 192, 112. Ann. d. min. 1873, Tom. 3, p. 105. Kerpely, Fortschr. 6, 234 (Holley's amerikan. Converter), 8-10, 609, 611.

aufstampfen, was zu einem fast continuirlichen Gange und grossen Productionen führt (in Nordamerika[1]) z. B. 16—20 Tons Hitzen in 24 St. = 40600—50750 kg. in 12 St.). An den Boden schliesst sich eine gusseiserne, etwa 0.105 m. hohe Windkammer[2]) an, welche seltener fest mit der Birne verschroben und nur mit einer ablösbaren Bodenplatte versehen ist, als ganz von dem Boden entfernt werden kann und unterwärts, der leichteren Zugänglichkeit der Formen zum Putzen wegen, einen Brillenverschluss hat. In Fig. 194 ist *M* ein gusseiserner Kessel, nach dem Einsetzen der Düsen mit feuerfester Masse ausgestampft und nach gehörigem Abwärmen mit hydraulischer Pressung[3]) auf der Platte des Presskolbens *C* gegen den unteren Rand der Birne angedrückt, indem die eisernen Ringe *a b*

Fig. 194.

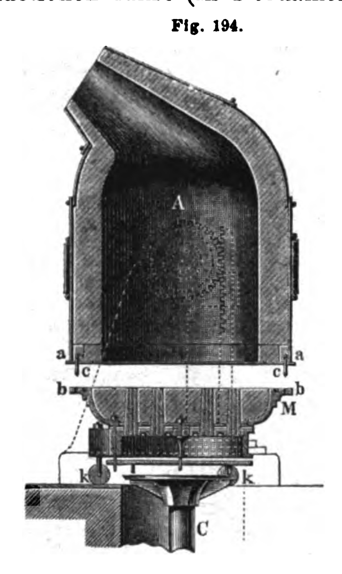
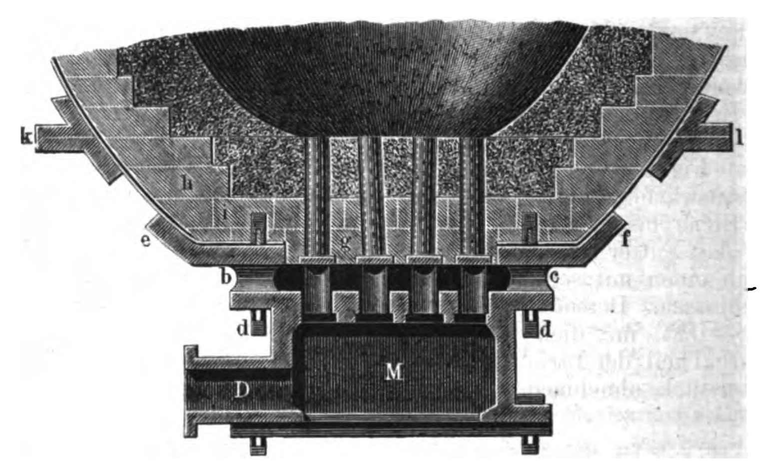


Fig. 195.



unter Anwendung eines geeigneten Dichtungsmittels durch die Splintbolzen *c* verbunden werden. Die Räder *k* unter dem Windkasten

1) Dingl. 215, 105 (Holley's Düsenbüchse). Journ. of the Iron and Steel Inst. 1874, No. 2, p. 368 mit Abbildg. 2) Explosion einer Windkammer in Petzoldt's Fabrik. d. Eisen- und Stahlschienen 1874, S. 33. 3) B. u. h. Ztg. 1872, S. 326.

gestatten ein leichtes Fortbewegen des Bodens nach allen Seiten hin. In Fig. 195 bezeichnet *M* den mit Windzuführungsrohr *D* versehenen Windkasten, mittelst Verbindungsbolzens *d* mit dem gusseisernen Birnenkranz *e f* so verbunden, dass zwischen beiden ein mit Masse ausgestampfter Zwischenraum *b c* bleibt (Steyermark, Nordamerika). Beim Schadhaftwerden einer Form frisst sich das Metall bei *bc* durch die Masse und nach der Stärke des Durchdringens beurtheilt man die Schadhaftigkeit. Das Bodenstück lässt sich bei *k l* abnehmen. Die Formen (Fern, Feren) *g*, jede mit 7—9—13 cylindrischen Oeffnungen (Düsen, auch wohl Fern, Feren genannt) von 9—12 mm. Durchmesser je nach der Düsenzahl werden nach Modellen sorgfältig aufgestampft oder auch gepresst[1]) und behutsam, aber sehr stark gebrannt, dann von unten in die Formöffnungen des Bodens eingesteckt (wenn man nicht die erst eingesteckten Formen umstampft), durch Schrauben, Riegel u. s. w. gehalten und, wenn ein oder zwei derselben zerstört sind, bei weggenommenem Brillendeckel mittelst einer durch die Halsöffnung eingeführten Stange herausgestossen. Ist der 0.45—0.48 m. dicke Boden sammt Formen bis etwa zur Hälfte weggeschmolzen, so nimmt man den Windkasten und das Kesselstück zur Auswechselung fort. Die Birne *A* (Fig. 193, 194) ist beispielsweise bei 5000—6000 kg. Fassung im mittleren Theil 1.5—1.8 m. weit und 0.8—1 m. hoch, am Boden des 0.6—0.8 m. hohen Kesselraumes 0.7—0.1 m. weit und an der Mündung des 1.8 m. hohen Halses 0.26—0.4 m. weit, oberer konischer Theil 0.7 m. hoch und am Halse 0.6 m. weit. Die Birne ist an Zapfen *d* aufgehangen und ihre Bewegung erfolgt durch eine Kippvorrichtung mittelst Zahnrades *H*, in welches eine von dem Kolben einer hydraulischen Presse bewegte stehende oder liegende Zahnstange *l* eingreift, bei grösseren Chargen besser durch Dampfkraft[2]) und nur bei kleinen Birnen (mit bis 1000 kg. Fassungsraum) durch Handkurbeln bewegt. Um das Eisen direct recht hitzig aufzunehmen, müssen sich die Birnen rückwärts drehen lassen. Am bequemsten wird die Bewegung durch eine endlose Schraube vermittelt (Königin Marienhütte)[3]).

Die Gebläseluft strömt aus der Windleitungsröhre *L* durch die Röhre *o* in einen Raum zwischen dem Zapfen *d* und der auf dem Ständer *E* ruhenden Hülse *m* und begiebt sich durch das Rohr *e* in das damit durch einen Bügel *f* verbundene Windkastenrohr *D*. Die Regulirung des Luftzutritts in die Birne geschieht, damit bei der ersten Berührung des flüssigen Eisens mit den Düsenöffnungen bereits Wind eintritt, entweder von einem Arbeiter mittelst eines Ventiles an der Windleitungsröhre, oder der Windzutritt regulirt sich beim Kippen des Apparates von selbst mittelst eines excentrischen Ringes auf dem Zapfen *d*, welcher beim Drehen einen Hebelarm hebt und senkt und damit auch ein über der Röhrenmündung *L* in *N* befindliches, durch ein Gewicht niedergehaltenes Ventil. Diese selbstthätigen Windsperren arbeiten indessen unsicherer, als die Hand des Arbeiters, indem dieselben Verunreinigungen ausgesetzt sind, sich leicht abnutzen, auch Reibung und Windlässigkeit herbeiführen.

1) Uhland's prakt. Maschinenconstr. 1874, S. 84. 2) B. u. h. Ztg. 1865, S. 359; 1868, S. 92; 1873, S. 355. 3) B. u. h. Ztg. 1874, S. 460.

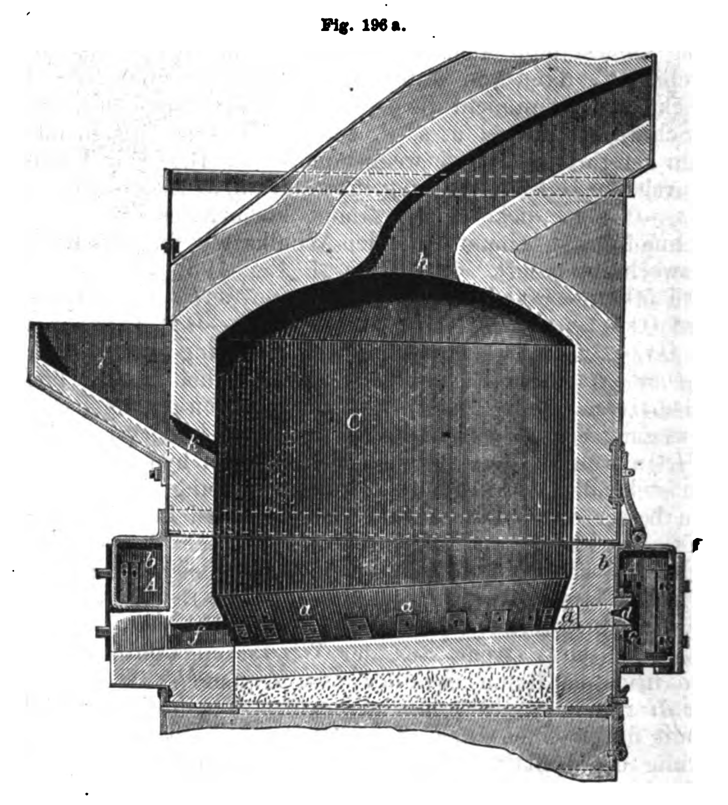
Neuerungen.

Die Ofenconstructionen von Fairbairn[1]), Wilson[2]) und Thal[3]) haben keinen Eingang gefunden; Bessemer's neuester Converter[4]) gestattet das Zusetzen besserer Roheisensorten im flüssigen Zustande zur Charge. Bessemer's Hochdruckconverter[5]) soll die Steigerung der Temperatur und die Verarbeitbarkeit auch weisser Roheisensorten bezwecken. Rochussen und Daelen[6]) füttern die Birne stark mit reinen, besser eingeschmolzenen als aufgestampften Eisenerzen aus behuf Erzielung nachstehender Vortheile: Billigkeit des aus dem Erze selbst stammenden Rohstahles, grössere Reinheit desselben, namentlich von Phosphor, Zeit- und Brennstoffersparung, Verarbeitbarkeit von siliciumarmem Roheisen.

Schwedischer Bessemerapparat.

2. Feststehender schwedischer Ofen[7]) (Fig. 196). *i* Trichter zur Aufnahme des seltener direct aus dem Hohofen zufliessenden

Fig. 196 a.



als zuvor in eine mittelst Schnellwage zu wägende Giesspfanne abgestochenen Eisens, welches durch *k* in den Ofen *C* von 1500—2000 kg. Fassungsraum fliesst, worauf *k* mit einem Lehmpfropfen geschlossen und auf *i* eine mittelst Gewichten beschwerte Gusseisenplatte gelegt wird. *A* rings um den Ofen laufender Windcanal, durch 19 Düsen von 20 mm. Weite Wind in den Ofen entlassend. *b* gusseiserne

1) B. u. h. Ztg. 1861, S. 482. 2) Dingl. 168, 123, 436. 3) B. u. h. Ztg. 1865, S. 351. 4) Kerpely, Fortschr. 6, 231. 5) B. u. h. Ztg. 1870, S. 184, 336. 6) B. u. h. Ztg. 1874, S. 60. Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 19, 58. 7) Boman, das Bessemern in Schweden 1864, S. 2. B. u. h. Ztg. 1861, S. 91, 294; 1864, S. 295; 1867, S. 10; 1874, S. 234. Oest. Jahrb. 9, 41; 10, 201; 12, 80, 127. Kerl, Met. 3, 675. Jordan, Cours de Métallurgie 1874, Taf. 128. Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 9, 505.

Wand des Windkastens mit angenieteten Duten *c*, in welche gusseiserne eisenbeschlagene Stöpsel *d* eingesetzt werden, nachdem die Formsteine *a* eingeschoben worden. *f* Stichöffnung. *g* Räumöffnungen. *h* Hals.

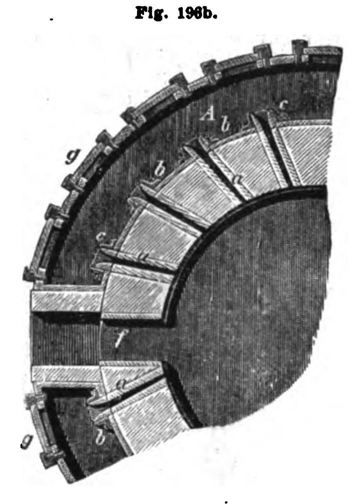


Fig. 196b.

Dimensionen: Durchmesser des Blechmantels 1.18 m., Futterstärke 0.16 m., innerer Durchmesser 0.86 m., Höhe 0.94—1.26 m., Windkasten 0.195 m. hoch und 0.16 m. weit; Höhe der Formen über der Sohle 0.92 m., Höhe der Eingussöffnung von 20.5 qcm. 0.63 m. über der Sohle des 27.49 cm. weiten Stiches.

Der schwedische Ofen hat im Vergleiche zum englischen die S. 360 erwähnten Vor- und Nachtheile. Wilson's Ofen[1]) soll schnell auszuführende Reparaturen zulassen. Derselbe ist mit einem Gasschmelzofen verbunden.

3. Combinirter englischer und schwedischer Apparat. Auf russischen Hütten[2]) hat man die bewegliche Birne nach schwedischer Art mit einer oder zwei grossen seitlichen Düsen versehen, wobei schwächere Windpressung genügt und sich leicht Spiessproben durch die weiten und weniger schwierig zu reparirenden Formen nehmen lassen. Combin. Apparat.

Die Dauer des Processes ist bei dieser Einrichtung allerdings eine längere und die Production eine geringere als im englischen Converter. Eine ähnliche Einrichtung hat Nyström's Ofen[3]). Zu Wednesbury[4]) bewährten sich 8 Formen, jede mit 9 Düsen oberhalb des Bodens der Birne an deren Peripherie.

4. Gebläse.[5]) Die Stärke der Construction variirt nach der erforderlichen, mittelst Manometers und Telegraphenanweisung zu markirenden Windpressung, welche dem Gegendruck des Roheisens widerstehen (1 cm. flüssiges Eisen = 0.52 cm. Quecksilber) und die Reibung des Windes in demselben überwinden muss. Während bei schwedischen Oefen für 30—45 cm. (0.44—0.58 kg. pro qcm.) Quecksilberpressung gewöhnliche Cylindergebläse anwendbar sind, so bedarfs für die englischen Birnen bei der Windzuleitung von unten stärkerer Pressungen (80—100—140 cm. = 1.24—1.32 kg. selbst bis 1.55 kg. pro qcm. Quecksilberpressung bei 30—32 cbm. Wind von atmosphärischer Dichte pro 100 kg. Roheisen oder durchschnittlich 60—70 cbm. pro Min.) und kräftigerer Gebläse, häufig angewandt in Gestalt der Leysser- und Stiehler'schen[6]) schnell gehenden horizontalen Dampfcylindergebläse mit Gummiventilen und Wasserkühlung von Aussen. Auch sind Schiebergebläse[7]) empfohlen. In England und Nordamerika[8]) sind Klappenventilgebläse, welche auf einem Gitter mit zollgrossen Oeffnungen arbeiten, Gebläse.

1) B. u. h. Ztg. 1874, S. 111. 2) B. u. h. Ztg. 1865, S. 22; 1866, S. 51, 83, 174. Oest. Jahrb. 18, 88. 3) B. u. h. Ztg. 1867, S. 10. 4) B. u. h. Ztg. 1866, S 225. 5) Kerl, Met. 3, 670, 677. Preuss. Ztschr. 11, 289. Kerpely, Fortschr. 3, 217. Schwungradberechnung: Oest. Jahrb. 1864, Bd. 14. 6) Preuss. Ztschr. 11, 259. Polyt. Centr. 1863, S. 705. Oest. Ztschr. 1864, S. 28. 7) Oest. Jahrb. 12, 147. Oest. Ztschr. 1864, S. 19. 8) B. u. h. Ztg. 1872, S. 424.

in Anwendung; in Westphalen[1]) seltener liegende Gebläse (Phönix), als stehende mit grossen Dimensionen und langsamem Gang.

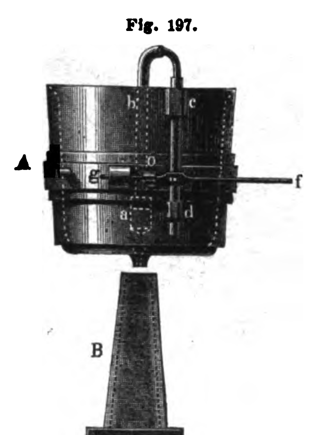
Giessvorrichtungen. Pfannen.

C. Giessvorrichtungen. Dieselben umfassen:

1. Giesspfannen[2]), mittelst hydraulischer Krahne der Bewegung der Birne entsprechend zu heben und zu senken und behuf des Entleerens über die Formen zu führen.

Fig. 197. *A* Giesspfanne, mit feuerfester Masse stark ausgekleidet und mit Ausgussöffnung am Boden, welche durch ein Kegelventil *a* an der gebogenen, in Führungen *c d* gehenden und mittelst Hebels *f* zu bewegenden Stange *b* geschlossen werden kann. *o* Drehpunkt des Hebels. *g* Gegengewicht daran. *B* Gusseiserne Form (Coquille) unter dem Zapfloch, nach oben etwas verjüngt und auf einer Sohlplatte stehend. Diese wird vor dem Gebrauche angewärmt und über einer rauchenden Theerpfanne angeschwärzt oder mit Graphit ausgestrichen. Die Dimensionen können sehr variiren, z. B. Höhe 0.5 bis 1.4 m. bei 52—78 mm. Fleischstärke. Die Formen können auch mehrtheilig sein[3].) Sehr zweckmässig ist Holley's und Pinks' Verfahren des Giessens in Gruppenformen[4]), bei welchem sich jedesmal mit dem Boden mehrerer Formen communicirende Haupteingussrohre auf einer rotirenden Scheibe unter dem Zapfloch der stillstehenden Birne wegbewegen (Hörde, Elbastahlwerk bei Swansea).

Fig. 197.



Krahne.

2. Krahne oder Wendevorrichtungen, und zwar:

Hydraul. Krahne.

a. Hydraulische Krahne[5]) zum Heben und Hantieren der Giesspfannen.

Fig. 198 zeigt das Arrangement einer älteren Bessemeranlage mit dem hydraulischen Krahn. *F* Flammöfen zum Umschmelzen des Roheisens. *A* Bessemerbirnen mit Hals *B*, Windkasten *M*, Zapfen *d* und Windrohr *e*. *C* Halsmantel, mit der Esse *D* in Verbindung. *K* Lager für die Presscylinder der hydraulischen Maschine, welche zur Bewegung der Kippvorrichtung (S. 371) dient. *P* Balancier des hydraulischen Krahnes auf dem oberen Theile eines in dem Presscylinder *Q* nach Bedürfniss zu hebenden und zu senkenden Kolbens. *S* in das Zahnrad *R* eingreifendes Getriebe, um von *p* aus den Balancier in einer horizontalen Ebene so zu drehen, das die volle Giesspfanne *T* über im Halbkreis aufgestellte Formen hinweggeht und dieselben bei gehobenem Zapfen füllt. *r* Stange, mittelst welcher von *q* aus die Giesspfanne *T* an einem seitlich angebrachten Getriebe um ihre horizontale Axe gedreht, z. B. behuf des Abwärmens oder Ausschüttens von Gussresten mit der Mündung nach unten gekippt werden kann. *U* festes oder verschiebbares Gegengewicht am anderen Ende des Balanciers. Je nachdem die Pfanne leer oder voll ist, wird das Gewicht vor- oder rückwärts geschoben. *V* Blechwand zum Schutz des die Kurbelscheiben *p* und *q* bewegenden Arbeiters, welcher auch zu einem Wasserhahn gelangen kann, um durch Ablassen oder Zulassen von Wasser in den Presscylinder den Krahnbalancier zu senken oder zu heben. Statt der Accumulatoren mit Gegengewicht[6]) hat man auch solche mit Compressionsräumen. Auf nordamerikanischen Werken[7]) verwendet man für die hydraulische Maschinerie die Worthington-Doppelpumpe[8]); die Krahne haben ihre Stützpunkte im Dache.

1) B. u. h. Ztg. 1874, S. 54. 2) Kerpely, Fortschr. 5, 239. 3) B. u. h. Ztg. 1869, S. 124. Polyt. Centr. 1870, S. 46. Petzoldt. Eisenbahn-Material 1872, S. 186. 4) B. u. h. Ztg. 1868, S. 299; 1873, S. 422 (mit Zeichn.); 1874, S. 346. Kerpely, Fortschr. 5, 243. 5) Kerpely, Fortschr. 5, 239. 6) B. u. h. Ztg. 1866, S. 225; 1868, S. 92; 1873, S. 355. 7) B. u. h. Ztg. 1872, S. 424. Frantz, Oberschles. Ztschr. 1874, No. 40. Polyt. Centr. 1873, S. 408. Lüthy's hydraul. Maschinerie in Iron and Steel Inst. 1874, No. 2, p. 341 mit Abbildgn. 8) B. u. h. Ztg. 1875, S. 117.

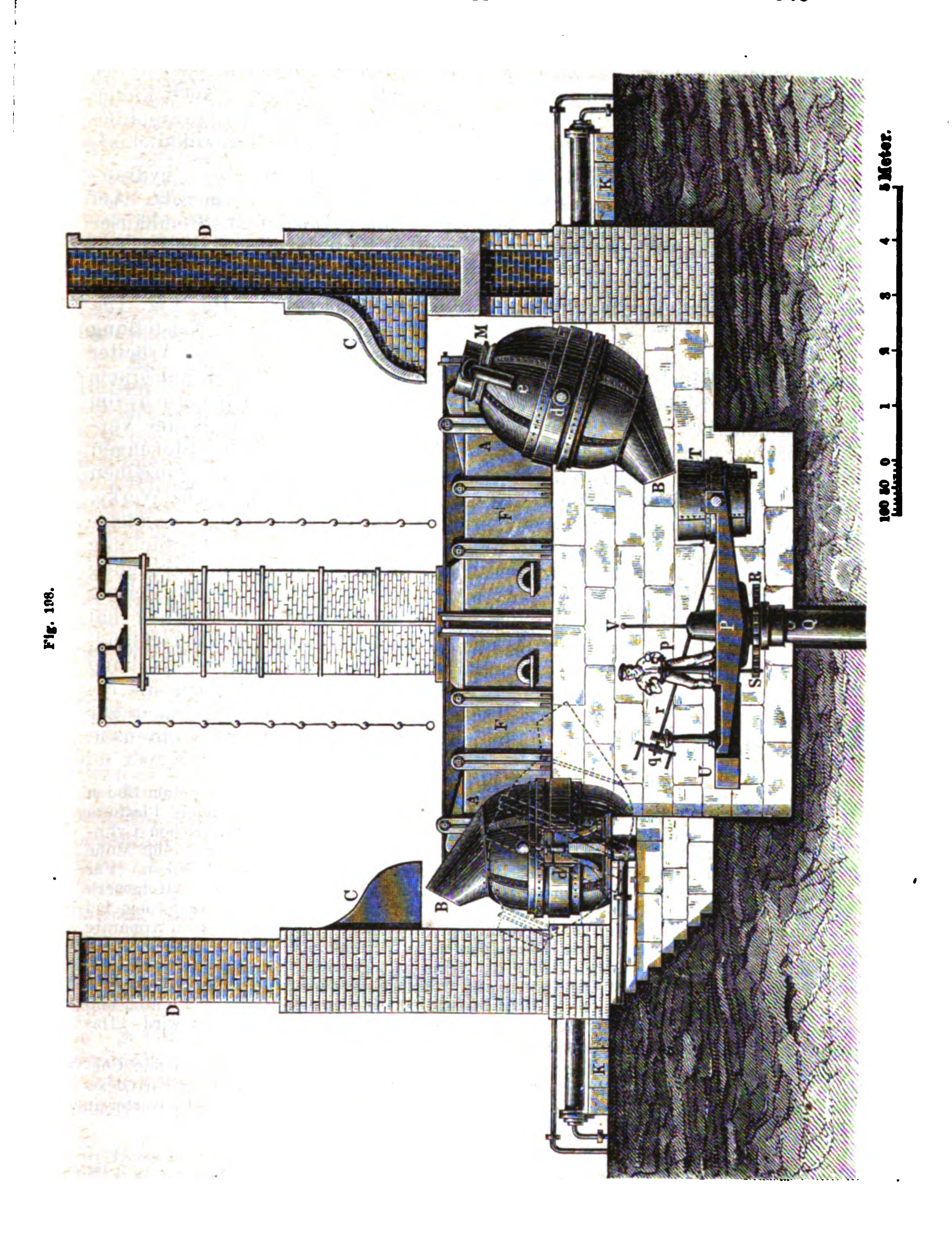


Fig. 108.

Dreh-krahne.

b. Gewöhnliche Drehkrahne zum Heben der Giesspfanne vom Flammofen, Cupolo- oder Hohofen zur Birne, zum Ausheben der Coquillen und Gussstücke; jedoch verwendet man hierzu auch kleine hydraulische Krahne[1]), sowie umgekehrt zum Heben der Giesspfanne statt der theuren hydraulischen Krahne zuweilen auch gewöhnliche.[2])

Giess-gruben.

3. Damm- oder Giessgruben, zur Aufnahme des hydraulischen Krahnes und der ein- oder mehrtheiligen Formen.[3]) Auf manchen Hütten giesst man ohne Giessgruben (Dortmund, Steinhäuser Hütte) in auf Wagen stehende Coquillen, auf letzterem Werke von unten.

Bessemer-anlagen.

D. Arrangement der Bessemeranlagen. Die Fig. 198 ergiebt die Einrichtung einer älteren Bessemeranlage mit Aufstellung der Birnen in der engen runden Giessgrube, wobei die Arbeiter sehr von Hitze zu leiden haben, der Transport der Massen unbequem und die Production eine beschränktere ist. Neuere, namentlich von Nordamerika ausgegangene Verbesserungen bezwecken theils eine Verstärkung und Verdoppelung gewisser Einzeltheile, um Betriebsstörungen zu vermeiden, theils eine vortheilhaftere Disposition der einzelnen Apparate und es zeichnen sich namentlich nordamerikanische Werke, nach Holley's Angaben eingerichtet, durch vollständig veränderte Einrichtung der Maschinerie und Gebäude, sowie veränderte Stellung und Construction der einzelnen Apparate aus, wodurch die Erzeugung des Stahls erleichtert, die Arbeit bequemer und bei Verminderung der Productionskosten der Ertrag vermehrt wird. Namentlich hat man die älteren runden Giessgruben auch in England, Deutschland, Belgien u. s. w. verlassen, wendet solche nach der Längenerstreckung an, stellt die Birnen in einer Reihe und über der Hüttensohle erhaben daneben auf, wobei Transportwagen die leeren Formen zur Birne und die gefüllten in einen besonderen Kühlraum führen u. dergl. m.

Auf amerikanischen Werken[4]) sind die Converter 3 m. über dem Boden aufgestellt und die Mittelweite beträgt nicht über 1 m.; eine besondere Platform gestattet den Zutritt zu den Convertern von allen Seiten. Die hydraulischen Cylinder sind oft oberhalb der Apparate angebracht, um Raum zu sparen, ohne Mühe Reparaturen vornehmen und die Bewegungen besser reguliren zu können. Für 2 Converter zu 5—7 Tonnen (5080—7112 kg.) sind ein hydraulisches Hebewerk für die Pfanne und 3 hydraulische Krahne zur Handhabung der Giessformen bei über 81,280—101,600 kg. Tagesproduction vorhanden. Die hydraulischen Apparate sind mit einer Worthington-Doppelpumpe in Verbindung. Die Gebläsemaschine mit 2 Cylindern giebt 226—312 cbm. Wind mit Pressung von 135 cm. Quecksilbersäule. Es bedarf 4 Cupoloöfen und 2 Spiegeleisenflammöfen für 2 Converter. Zum Auskleiden der Converter dient passend comprimirter Sandstein, der unten und oben in dieselbe nur eingelegt, im mittleren Theil aber eingestampft wird. Das Futter ist in 12 St. statt sonst in 36—48 St. vollendet u. s. w.

In England auf Barrowhütte[5]) stehen die Cupoloöfen zwischen den Convertern oder parallel denselben in einer Reihe unter Aufgabe der runden Giessgruben. — Bei Bessemer's neuer Anordnung[6]) befinden sich die Converter in

1) B. u. h. Ztg. 1873, S. 177. 2) B. u. h. Ztg. 1865, S. 360. 3) Kerpely, Fortschr. 5, 243. 4) B. u. h. Ztg. 1868, S. 243; 1872, S. 296, 325, 424; 1874, S. 283, 363, 466. Polyt. Centr. 1873, S. 409; 1874, S. 958. Dingl. 207, 394. Wagner's Jahresber. 1873, S. 99. Frantz, Oberschles. Ztschr. 1874, No. 35, 40. Deutsch. Engineer. 1874, No. 2. Kerpely, Fortschr. 8 bis 10, 614, 617, 674. 5) B. u. h. Ztg. 1873, S. 177. Kerpely, Fortschr. 8—10, 672. 6) B. u. h. Ztg. 1868, S. 92; 1870, S. 438. Kerpely, Fortschr. 6, 237. Dingl. 195, 246.

einer Reihe neben einander, die Cupoloöfen erhaben dahinter, gewölbte Gänge führen aus den Dammgruben nach Aussen, durch welch erstere auf Wagen die Betriebsabgänge ins Freie geschafft werden. Vor jeder Birne befindet sich auf dem Kopfe eines hydraulischen Krahnes eine Giesspfanne, welche gehoben und in Formen entleert werden kann, die sich auf einer Scheibe (Giesstisch) unter deren Ausguss hin bewegen.

Zu Seraing[1]) sind nach Greiner's Angabe Cupoloöfen und 6 Converter in zwei zusammenhängenden Hallen aufgestellt, erstere hoch genug, um ihren Inhalt direct in die Converter zu entlassen. Jedes in einer Linie aufgestellte Paar Converter hat seinen Cupoloofen und seine Giessgrube, um welche 3 Krahne aufgestellt sind, welche schnell die in einer Charge erzeugten Producte forträumen und Alles zur Aufnahme eines Gusses vorbereiten.

In Westphalen[2]) hat man die runden Giessgruben beseitigt, wie oben angegeben, die Entfernung zwischen Converter und Umschmelzofen vermindert, Converter- und Pfannen-Construction verbessert, namentlich lassen sich erstere auch nach rückwärts drehen, um das Roheisen recht hitzig direct aufzunehmen u. s. w.

89. Englisches Verfahren des Bessemerns in beweglichen Birnen mit Windzuführung von unten. Diese Methode erleidet Modificationen, je nachdem — hauptsächlich der Beschaffenheit des zu Gebote stehenden Materiales entsprechend — die Entkohlung nur bis zur Stahlbildung fortgesetzt (directes Verfahren S. 361) oder das Product überblasen, dann aber unter Zusatz von Spiegeleisen (S. 366) oder Ferromangan (S. 366) einer Rückkohlung unterworfen wird (S. 361). Dabei kann das flüssige Roheisen je nach seiner Qualität direct dem Hohofen oder einem Umschmelzapparate entnommen werden (S. 361). Im Allgemeinen erleichtern grosse Chargen die Operation, indem der Wärmeverlust durch Ableitung und Ausstrahlung sich verringert und das Frischproduct hitziger, schlackenfreier und billiger ausfällt. Englisches Verfahren.

A. Bessemern mit Rückkohlung durch Spiegeleisen[3].) Dieses mit siliciumreichen und gewöhnlich manganarmen Roheisensorten ausgeführte Verfahren erfordert nachstehende Manipulationen und Perioden: Rückkohlung durch Spiegeleisen.

1. Anwärmen der Birne. Dasselbe, bis zur Weissgluth zu steigern, weicht etwas ab, je nachdem der Boden der Birne (S. 369) beweglich[4]) oder fest[5]) ist, in letzterem Falle: Aufrechtstellen der Birne, Unterhaltung eines etwa 12stündigen Cokesfeuers darin, Ausräumen der Asche durch Umkippen, Neigung der Birne und Unterhaltung eines neuen Cokesfeuers während 10—12 St., wobei die Feuergase durch die Düsen ausziehen, Ausräumen der Asche. Anwärmen.

Es ist empfohlen, zur Abkürzung der Operation und zur Ersparung von Brennmaterial die Birne mittelst Gicht-[6]) und Generatorgasen[7]) abzuwärmen.

2. Chargiren. Einlassen von flüssigem Roheisen (3050—15000, gewöhnlich 5000—8000 kg.)[8]) aus dem Hohofen (S. 361) oder einem Umschmelzofen (S. 367) entweder direct durch eine mit Sand ausgefütterte Eisenrinne mit beweglichem Mundstück oder durch Vermitt- Chargiren.

---

1) Preuss. Ztschr. 18, 285. Frantz, Oberschles. Ztschr. 1874, No. 38. Dingl. 199, 476. 2) B. u. h. Ztg. 1873, S. 355; 1874, S. 346. Petzoldt, Eisenbahn-Material 1872, S. 182. 3) B. u. h. Ztg. 1864, S. 78; 1868, S. 109; 1872, S. 378; 1874, S. 270. Preuss. Ztschr. 9, 232; 13, 193. Kerpely, Fortschr. 5, 251. 4) B. u. h. Ztg. 1872, S. 377. 5) B. u. h. Ztg. 1874, S. 60. 6) B. u. h. Ztg. 1872, S. 419; 1874, S. 111. 7) B. u. h. Ztg. 1866, S. 225. 8) B. u. h. Ztg. 1865, S. 359; 1866, S. 172, 225; 1868, S. 52.

lung einer Giesspfanne (S. 374) durch den Hals der so stark (um etwas mehr als 90°) geneigten Birne, dass das Roheisen nicht in die Düsenmündungen eindringen kann, zuweilen Hinzufügen von rothglühenden Roheisenstücken[1]) (z. B. zu Zeltweg Zusatz von 700—750 kg. Schienenenden zu 5000—5500 kg. flüssigem Roheisen vom Hohofen), Aufrichten der Birne, wobei durch Vermittlung des Arbeiters oder durch selbstthätige Oeffnung des Windventiles (S. 371) Gebläseluft mit starker Pressung, etwa 1.17 kg., in dünnen Strahlen das 30—38 cm. hohe Metallbad durchstreicht.

Feinperiode.

3. Fein- oder Schlackenbildungsperiode (S. 276). Oxydation des Siliciums, Mangans und eines Theiles Eisen bei bis zum Ende dieser Periode gesteigerter Windpressung (bis 1.46 kg.), wodurch eine sehr hohe Temperatur erzeugt wird (S. 359) und der Graphit in chemisch gebundenen Kohlenstoff übergeht; Entstehung einer sauren, der Phosphorabscheidung (S. 16) ungünstigen, auch aus dem Futtermaterial Kieselsäure aufnehmenden Schlacke mit 45—52 Proc. Kieselsäure, insofern nicht ein basisches Ausfütterungsmaterial angewandt ist. Dauer dieser Periode je nach Silicium- und Mangangehalt variabel, durchschnittlich die Hälfte der Zeitdauer des ganzen Processes erfordernd. Je höher dieser Gehalt, desto länger die Dauer der ersten Periode, desto kürzer aber diejenige der übrigen Perioden wegen gesteigerter Temperatur. Als Merkmale[2]) zur Beurtheilung des Verlaufes des Processes dienen:

a. Die Flamme hinsichtlich ihres Aussehens und des Verhaltens vor dem Spectroscop[3]) (zuerst von Roscoe[4]) und Liellegg[5]) angewandt) oder beim Beobachten durch gefärbte Gläser[6]). Flamme etwa während der ersten 4 Min. unsichtbar, dann von Innen roth beleuchteter Gasstrom mit Auftreten rother Funken, nach 6—8 Min. kleine gespitzte Flamme von orangegelber Farbe mit einigen blauen Streifen und weissem Saume bei geringer Leuchtkraft; Spectrum anfangs schwach und continuirlich, dann heller mit Natriumlinieblitzen zuletzt ein helles Spectrum mit bleibender Natriumlinie, rother Lithiumlinie und beiden Kaliumlinien.

Nach Snelus entwickelt sich anfangs bei der noch nicht sehr hohen Temperatur unzersetzt bleibende Kohlensäure, daher der Mangel einer wirklichen Flamme, dann nach 4—8 Min. etwas Kohlenoxydgas und bei der steigenden Temperatur tritt eine Verflüchtigung von Alkalien, aus dem feuerfesten Futter stammend, ein.

b. Spiessproben[7]) genommen durch rasches Eintauchen eines schwachen Eisenspiesses durch die Mündung der gekippten Birne, schnelles Zurückziehen, Ablöschen in Wasser und Beobachtung der daran haftenden Schlacke (Farbe, Glanz, Dicke, mehr oder weniger zusammenhängendes Ansehen) und Stahlkügelchen (Ausplatten unter dem Hammer, dabei beobachtete Weichheit oder Härte, bei zu grosser

1) B. u. h. Ztg. 1865, S. 316; 1866, S. 172; 1869, S. 312. 2) B. u. h. Ztg. 1872, S. 163. 3) Geschichtliches: B. u. h. Ztg. 1868, S. 64; 1871, S. 401; 1872, S. 164; 1873, S. 235; 1874, S. 461. Kerpely, Fortschr. 8—10, 647. Polyt. Centr. 1871, S. 1238. Oest. Jahrb. 14, 289. Knut-Styffe, Ber. S. 16. Kerpely, Fortschr. 5, 244. 4) B. u. h. Ztg. 1864, S. 64; 1868, S. 64. 5) B. u. h. Ztg. 1868, S. 40, 64. Oest. Ztschr. 1868 No. 29, 35, 36. 6) Polyt. Centr. 1869, S. 653. B. u. h. Ztg. 1871. S. 153. 7) B. u. h. Ztg. 1865, S. 360; 1866, S. 51; 1872, S. 413; 1874, S. 461. Oest. Jahrb. 18, 88.

Härte Kantenrisse). In dieser Periode zeigen sich die Kügelchen hart und kantenrissig, die Schlacke roh, d. h. zusammenhängend.

c. Schöpfproben, seltener wegen Erfordernisses von mehr Zeit genommen.

Koch-periode.

4. Rohfrisch-, Koch-, Eruptions- oder Stahlbildungsperiode. Nach stattgehabter Entfernung des grössten Antheils Siliciums und Mangans und Uebergang des Graphits in chemisch gebundenen Kohlenstoff erfolgt jetzt bei verminderter Pressung (1.30 bis 1.25 kg.) energische Oxydation von Eisen, Aufnahme von Eisenoxyduloxyd in die nunmehr in Singulosilicat übergegangene Schlacke (S. 276), stark entkohlende Wirkung derselben (nach Zwickauer Erfahrungen[1]) direct durch die Gebläseluft) unter heftigem Aufkochen durch Kohlenoxydgasbildung, Aufsteigen der Masse, lebhafter Auswurf von Schlacken- und Eisentheilchen, helle, dichte, stark leuchtende, stossweisse austretende, unruhig flackernde Flamme mit Eisenfunken, Sternchen und Eisenkugeln untermischt, dann nach unten bei Helligkeit minder dicht; vor dem Spectroskop Auftreten abschattirter Liniengruppen in Roth, Grün und Blau, dann deutlicher in Grün (nach Einigen herrührend von Kohlenstoff, Kohlenoxyd[2]) oder Kohlenwasserstoff, nach Anderen wahrscheinlicher von Mangan[3]) im Gemisch mit den Linien des Eisens, der Alkalien u. s. w. und veränderlich je nach der Höhe der Temperatur). Anfangs Schwächung der Windpressung, dann Steigerung derselben gegen das Ende der Periode. Zeitdauer etwa $^1/_3$ des Ganzen je nach dem Kohlenstoff- und Mangangehalt, bei grösserem Mangangehalt fortwährend zunehmender brauner Rauch (kieselsaures Eisen- und Manganoxydul).

Der Auswurf nimmt mit dem Breiigsein der Masse — in Folge zu niedriger Temperatur und bei einem grösseren Mangangehalt[4]) im Roheisen, der dann in der ersten Periode nicht völlig abgeschieden ist — zu, indem manganhaltiges Eisen strengflüssiger, ärmer an Silicium und reicher an Kohlenstoff ist, also Veranlassung zu einer reichlicheren Kohlenoxydgasbildung gegeben wird. Milderung zu stürmischen Aufkochens durch verhältnissmässig schwächeres Blasen, dagegen stärkeres Blasen beim Versetzen und bei starkem Ausbrennen der Formen.

Gaarfrisch-periode.

5. Gaarfrischperiode. Ruhigwerden des Metallbades, fortgesetzte Oxydation des Kohlenstoffs und zuletzt Sauerstoffaufnahme von dem völlig entkohlten, überblasenen, verbrannten Eisen (S. 360), Flamme stark glänzend (nach Williams[5]) von Kohlenwasserstoff, nach Snelus[6]) wahrscheinlich in Folge von bei sehr hoher Temperatur verbrennendem Kohlenoxydgas, welches an 31 Proc. der Gase ausmacht) und ruhiger bei abnehmenden Auswürfen, Nachlassen der immer heller werdenden blauen und violetten Flammenfarben (ein manganreiches, sehr dunkles Eisen giebt bis zum Schluss eine sehr leuchtende Flamme), Funkenregen von verbrennendem Eisen, plötzliches Aufhören der Flamme (Eintritt des sogen. Eisenblickes), indem aus der Mündung nur noch ein durchsichtiger, von innen beleuchteter Gasstrom entweicht, und Uebergang der grünen Linie in ein

---

1) B. u. h. Ztg. 1872, S. 150. 2) B. u. h. Ztg. 1864, S. 300; 1868, S. 40, 64; 1869, S. 55; 1871, S. 192, 422; 1872, S. 164. Oestr. Ztschr. 1868, No. 8. 3) B. u. h. Ztg. 1869, S. 415; 1873, S. 235. Oest. Ztschr. 1868, No. 36; 1869, No. 2. 4) B. u. h. Ztg. 1874, S. 280. 5) B. u. h. Ztg. 1871, S. 452. 6) B. u. h. Ztg. 1871, S. 422. Kerpely, Fortschr. 8—10, 630.

continuirliches Spectrum. Spiessproben zeigen, wenn die Entkohlung zu einer sehr weichen Nummer gediehen ist, eine emailartige, nahezu glasige, gelbliche bis lichtbraune und theegrüne poröse, netzartig unzusammenhängende Schlacke, bei überblasenem Eisen von graublauer Farbe; die Stahlkügelchen vom Spiesse, vorher beim Aushämmern hart, spröde und kantenrissig, lassen sich bei gutem Product ausplatten, ohne rissig zu werden und der Widerstand gegen den Hammer ergiebt sich für das Gefühl geringer. Roh- und Gaarfrischperiode gehen oft so in einander über, dass sie nicht scharf unterschieden werden können. Aufhören mit 1.52—4.70 kg. Windpressung.

Rückkohlung.

6. Rückkohlung. Neigung der Birne bei abgestelltem Wind, Einfliessenlassen von Spiegeleisen (bis 12 Proc. und mehr) oder von Graueisen, Wiederaufrichten der Birne, wobei man sich die Massen, wenn sie hinreichend hitzig sind, ohne Zuführung von Gebläseluft mischen lässt, sonst aber noch 2—3 Sec. bläst, bei sehr hitzigem Metall wohl Stahlabfälle zusetzt (Hörde); Hervortreten einer starken, ruhig brennenden, rothgelben, russenden Flamme beim Spiegeleisenzusatz und Erscheinen des Anfangsspectrums nach Entstehung der Natriumlinie und der Gruppen im grünen Felde. Man nennt das der No. 7 entsprechende, nach dem Verschwinden der Flamme entstandene Endproduct mit 0.05—0.15. Proc. Kohlenstoff den Siebener. Zuweilen tritt der falsche Siebener, ein solches Verschwinden der Flamme bei 1—1.25 Proc. Kohlenstoff schon ein, wo dann aber die Flamme wieder erscheint.

Ausgiessen.

7. Ausgiessen. Neigung der Birne, Ruhenlassen der Masse während 5—10 Min., um absorbirten Gasen Gelegenheit zum Entweichen zu geben, Ausgiessen ihres Inhaltes in die Giesspfanne auf der Wendevorrichtung (S. 375.) und Führen der Pfanne über die Gussformen oder der letzteren auf einem rotirenden Giesstisch unter dem Zapfloch der ruhig stehenden Pfanne hin (S. 377) — die Form kann auch zur Erzielung gleich schwerer Güsse auf einer Brückenwage [1]) stehen —, Ziehung des Stopfens, dichter Verschluss der gefüllten Formen durch Blechdeckel, dann Sand und eine festzukeilende Eisenplatte zur Verhütung des Steigens, Abheben der Form von dem noch rothglühenden Ingot (350—700 kg. Gewicht und mehr), völliges Umkippen der Birne behuf der Reinigung. Zur Verminderung der Schalenbildung in der Giesspfanne und zum guten Gelingen der Eingüsse muss das Giessen rasch geschehen. Zur Erzielung eines continuirlichen Stahles lässt man neuerdings [2]) den Stahl aus der gekippten Birne, nachdem durch den Hals derselben die Schlacke in einen Trog gezogen worden, in einen kleinen Giesskessel mit Schnauze fliessen, zieht Schlacke über diese ab, öffnet den Stopfen und lässt aus der Birne continuirlich Stahl zufliessen.

Dauer des Processes je nach der Beschaffenheit des Roheisens, Chargengrösse u. A. 5—50, durchschnittlich 20—25 Min.

Nach Drown [3]) verläuft der Process in England viel rascher, als in Deutschland wegen Zuführung von mehr Wind und es ist deshalb in ersterem Lande

1) B. u. h. Ztg. 1868, S. 360. 2) B. u. h. Ztg. 1872, S. 414; 1873, S. 44. 3) B. u. h. Ztg. 1872, S. 163. Oest. Jahrb. 18, 84.

wegen des viel rascheren Verschwindens des Kohlenstoffs das Spectroskop mit weniger Vortheil angewandt, als anderswo. Auch zu Svartnäs[1]) in Schweden kürzt man den Process durch sehr starke Windpressung, also viel Wind, wesentlich ab; Windpressung während des Kochens 35.6—53.4, vor und nach demselben 74.2—89.0, und ausnahmsweise 95—104 cm. Quecksilbersäule.

Chemische Vorgänge.

Neuberger Untersuchungen.

Die chemischen Veränderungen[2]) des Roheisens in den verschiedenen Perioden des Bessemerns zeigen nach Kupelwieser nachstehende Analysen von Producten einer zu Neuberg[3]) abgeführten Charge:

Eisen.

	a.	b.	c.	d.	e.
Graphit	3.180	—	—	—	—
Chemisch gebundener Kohlenstoff	0.750	2.465	0.909	0.087	0.234
Silicium	1.960	0.443	0.112	0.028	0.033
Phosphor	0.040	0.040	0.045	0.045	0.044
Schwefel	0.018	Spr.	Spr.	Spr.	Spr.
Mangan	3.460	1.645	0.429	0.113	0.139
Kupfer	0.085	0.091	0.095	0.120	0.105
Eisen	90.507	95.316	98.370	99.607	99.445

Schlacken.

	a.	b.	c.	d.	e.
Kieselsäure	40.95	46.78	51.75	46.75	47.25
Thonerde	8.70	4.65	2.98	2.80	3.45
Eisenoxydul	0.60	6.78	5.50	16.86	15.43
Manganoxydul	2.18	37.00	37.90	32.23	31.89
Kalkerde	30.36	2.98	1.76	1.19	1.23
Magnesia	16.32	1.53	0.45	0.52	0.61
Kali	0.18	Spr.	Spr.	Spr.	Spr.
Natron	0.14	Spr.	Spr.	Spr.	Spr.
Schwefel	0.34	0.04	Spr.	Spr.	Spr.
Phosphor	0.01	0.03	0.02	0.01	0.01

a. Graues Roheisen (3517 kg.) und Hohofenschlacke. b. Nach der ersten Periode von 28 Min., 49 Formen von 8 mm. Durchmesser und 108 cm. Quecksilberpressung. c. Nach der zweiten Periode von 7 Min., Pressung 97—102 cm. d. Nach der dritten Periode von 3 Min., bei 108 cm. Pressung. e. Fertiges Product (3058 kg.) nach dem Eintragen von 168 kg. Spiegeleisen.

Snelus' Untersuchungen.

Die folgenden Analysen von Snelus[4]) bestätigen im Allgemeinen diese chemischen Vorgänge:

	a.	b.	c.	d.	e.	f.
Eisen	94.682	92.245	—	—	—	—
Graphit	2.060	—	—	—	—	—
Chem. geb. Kohle	1.200	2.127	1.550	0.097	0.566	0.519
Silicium	1.952	0.796	0.635	0.020	0.630	0.033
Schwefel	0.014	Spr.	Spr.	Spr.	Spr.	Spr.
Phosphor	0.048	0.051	0.064	0.067	0.055	0.053
Mangan	0.086	Spr.	Spr.	Spr.	0.309	0.309
Kupfer	—	—	—	—	0.039	0.039

a. Geschmolzene Charge. b. 1. Periode, 6 Min. vom Beginne des Processes. c. 9 Min. vom Beginn des Proc. d. Am Ende des Proc. vor Zusatz von Spiegeleisen. e. Stahlspäne vom Ingot. f. Stahlspäne von der daraus gemachten Schiene.

Diese Resultate ergeben, dass Kupfer und Phosphor nicht oxydirt werden, Schwefel namentlich bei daran armem Roheisen verschwindet, Silicium und Man-

1) B. u. h. Ztg. 1873, S. 459. 2) B. u. h. Ztg. 1871, S. 155, 422. Kerl, Met. 3, 653. 3) B. u. h. Ztg. 1868, S. 267. Oest. Jahrb. 18, 82. 4) B. u. h. Ztg. 1871, S. 288; 1873, S. 238.

gan beim Beginn des Processes rasch verbrannt werden. Aehnliche Resultate haben die Untersuchungen von Tookey[1]) ergeben.

Kessler's Untersuchungen.

Kessler[2]) theilt nachstehende, namentlich hinsichtlich der Schwefelabscheidung etwas abweichenden Resultate von einer solchen Untersuchung mit:

	a.	b.	c.	d.	e.	f.
Graphit .	2.520	0.14	0.040	0.010	0.00	0.00
Kohlenstoff	1.060	3.65	3.53	2.47	0.29	0.45
Silicium .	1.875	1.200	0.648	0.067	0.021	0.083
Phosphor .	1.100	0.106	0.096	0.097	0.109	0.104
Schwefel .	0.372	0.069	0.061	0.077	0.113	0.080
Mangan .	1.04	0.230	0.080	0.060	0.05	0.34

a. Roheisen. b. Probe nach 4 Min. c. Pr. beim Beginn der zweiten Periode. d. Pr. aus der Mitte der zweiten Periode. e. Pr. vom Einsatz des Spiegeleisens. f. Fertiges Product.

Hieraus geht hervor, dass die gesammte Kohlenstoffmenge in Folge schneller Oxydation der anderen Stoffe zu Anfang verhältnissmässig wächst, mit dem Verschwinden des Siliciums die Oxydation des Kohlenstoffes beginnt, der Phosphorgehalt in den mittleren Phasen des Processes abnimmt, zu Anfang aber wächst wegen relativ grösserer Oxydation der anderen Stoffe, desgleichen gegen das Ende wegen der im Schlackenbett erfolgenden Reduction. Der Schwefel nimmt anfangs schnell ab, von der Mitte ab aber bis zum Spiegeleisenzusatz zu, indem er Anfangs in die Schlacke geht und dann wieder durch Eisen reducirt wird. Mit fortschreitender Oxydation des Mangans nimmt auch die Schwefelmenge ab. Bei von Mangan befreitem Eisen beginnt dann die Schwefelreduction wieder aus der Schlacke, in welchem Punkte die Beobachtungen von Kupelwieser und Snelus abweichen, nach denen der Schwefel rasch bis auf Spuren verschwindet. Das zugesetzte Mangan giebt mit Eisenoxyd im überblasenen Product Eisen und Manganoxydul, welches letztere Kieselsäure bindet, desgleichen giebt Silicium mit Eisenoxyd metallisches Eisen und kieselsaures Eisenoxydul. Die Temperatur der Bessemerflamme bleibt nach Watt[3]) zu Anfang des Processes unter 1300° C., nimmt dann stetig zu, bleibt aber unter 2000°.

Nach Siemens[4]) werden beim Bessemern Silicium und Kohlenstoff völlig oxydirt, während Schwefel und Phosphor unoxydirt bleiben. Mangan wird nur bis zu einem gewissen Grade oxydirt und deshalb ist am Ende der Operation ein Spiegeleisenzusatz nicht erforderlich, wenn das angewandte Roheisen einen mässigen Mangangehalt besitzt (Schweden, Steyermark). Ohne Spiegeleisen auf dem Landorewerke erzeugter Bessemerstahl enthielt 0,3 Proc. Mangan. Trotz der Nichtoxydation desselben werden 8—10 Proc. Eisen oxydirt, obgleich Eisen weniger Verwandtschaft zum Sauerstoff hat, als Mangan; es scheint aber die grosse Verwandtschaft der Kieselsäure, die von Anfang an entsteht, grosse Verwandtschaft zum Eisenoxydul zu haben, in Folge dessen sich das Eisen eher oxydirt als Mangan.

Beispiele.

Als Beispiele für das Bessemern mit Rückkohlung durch Spiegel- oder Graueisen mögen folgende gelten:

a. England.[5]) Südwales: Umschmelzen des Graueisens in 1.569 m. weiten und 5.648 m. hohen Cupoloöfen, des Spiegeleisens in Flammöfen. Converter für 5075 kg. Einsatz 4.66 m. hoch und incl. Futter 2.98 m. Durchm., 16 Formen à 13 Düsen von 10 mm. Weite, Chargendauer 13 Min., Zusatz von 7—8½ Proc. Spiegeleisen, Schmelzen der Schienenabfälle im Siemensofen. Mittlere Zahl der Füllungen 24 in 24 St., ausnahmsweise bei Wilson und Cammell[6]) 48 Füllungen bei 274050 kg. Production.

b. Rheinland-Westphalen.[7]) Converter meist für 5000—7000 kg. Einsatz, theilweise mit den neuesten Verbesserungen (Hörde[8]), Bochum[9]), Pönschen[10])

1) Percy, Metallurgy 2, 819. Kerl, Met. 3, 763. 2) B. u. h. Ztg. 1873, S. 307; 1872, S. 383. 3) B. u. h. Ztg. 1873, S. 237. 4) Ueber Brennstoff und Gewinnung von Eisen und Stahl durch directes Verfahren. Vortr. v. Dr. C. W. Siemens, Berlin 1874. 5) Preuss. Ztschr. 11, 232; 14, Lief. 4. Oest. Jahrb. 12, 126; 13, 70. B. u. h. Ztg. 1861, S. 475; 1862, S. 76; 1863, S. 73, 355. Petzoldt, die Erzeugung v. Eisen- u. Stahlschienen 1874, S. 32. 6) Polyt. Centr. 1874, S. 458. 7) B. u. h. Ztg. 1874, S. 53; 1873, S. 354. Oest. Jahrb. 18, 87. 8) B. u. h. 1869, S. 313. Berggeist 1870, No. 101; 1874, S. 645. Kerpely, Wien. Ausst.-Ber. 1873, S. 214. Kerpely, Fortschr. 7, 353. 9) B. u. h. Ztg. 1869, S. 315, 332. 10) B. u. h. Ztg. 1869, S. 333. — Ueber Oberschlesien s. B. u. h. Zg. 1869, S. 254, 279, 354; 1870, S. 223. Oest. Ztschr. 1868, No. 40.



bei Düsseldorf u. s. w.). Hörde: grosse Converter für 6500 kg. Charge bei $^1/_2$ St. Blasezeit, kleine mit 3500—4000 kg. Einsatz bei 10—15 Min. Chargendauer. Gruppenguss nach Pinks (S. 374). Fertigwalzen der Ingots gleich zu Schienen, Einsatz von glühendem Abfalleisen anfangs und zuletzt in die Birne.

c. Oesterreich.[1]) Verblasen des dem Hohofen direct entnommenen guten Roheisens bis zur verlangten Stahlhärtenummer (Turrach) oder Zusatz von Graueisen (sog. Neuberger oder Tunner'sches Verfahren zu Neuberg, Heft, Reschitza u. s. w.) oder Umschmelzen des Roheisens im Flamm- oder Cupoloofen, Ueberblasen und Rückkohlen mit Spiegeleisen, wobei leichter bei gesteigerter Massenproduction gleichartige Producte erfolgen, z. B. für Schienen, schweisslose Bandagen u. s. w. (Gratz, Zeltweg, Witkowitz, Ternitz[2]). Chargen zwischen 2800 bis 7500, dschn. 3920 kg., beim Umschmelzen im Zug- und Flammofen 35—45 kg. mährische Schwarzkohle, in Siemensöfen 45 kg. Fohnsdorfer Braunkohle, in Cupoloöfen 10—15 kg. Cokes oder 15—20 kg. Holzkohle auf 100 kg. erzeugte Stahlblöcke; zum Anwärmen der Converter 6—8 kg. Cokes auf 100 kg. Stahlböcke. Auf 100 kg. fertige Schienen kommen 119,5 kg. Stahlblöcke, und zwar 5.4 kg. Verlust, 11.7 kg. Enden und 2.4 kg. Ausschuss bei 90 Proc. Fohnsdorfer Braunkohle; auf 100 kg. Tyres 110 kg. Stahlblöcke bei 3 Proc. Gewichtsverlust, 4 Proc. Ausschuss und 54 Proc. Köflacher Lignit. — Reschitza[3]): Abstechen des Roheisens aus dem Hohofen in eine fahrbare Kipppfanne, Bedecken mit Holzkohle, Wägen der Pfanne, Heben derselben mittelst eines hydraulischen Aufzuges in's Niveau der Birnenmündung, Ausgiessen der Charge von 7000—7500 kg., Blasen während 20—25 Min., indem man in der ersten Periode Holzkohlenstaub aus einem über der Windleitung befindlichen Trichter durch mehrmaliges Oeffnen und Schliessen eines daran angebrachten Hahnes vom Winde mit fortreissen lässt, auch bei starken Widerständen in der Retorte, namentlich bei dicker Schlacke und starkem Stossen Bleizusätze von 2.5—3 kg. giebt, Rückkohlen mit 300—400 kg. grauem Roheisen und Ausgiessen der Spiessprobe gemäss in Formen. — Gratz[4]): Chargen von 2750 kg. Graueisen und 275 kg. Spiegeleisen im Flammofen geschmolzen mit 182.7 Proc. Lignit, Chargendauer 17 Min. bei einem Verbrauch von 25 cbm. Wind pro Min. und 13.8 Proc. Abgang. — Witkowitz[5]) bessemert mit ungarischem Roheisen.

d. Belgien. Seraing.[6]) Charge für einen 5 Tonnen oder 5000 kg. Converter 7000—8000 kg. unter Zusatz von 20 Proc. Schienenenden (1400 kg. für 7000—7500 kg. Roheisen), Winddruck bis 1,40 Atm. Im Ganzen fliesst das dem Hohofen übergebene Erz nach 30 St. im Guss in einen Converter, der nach 20 Min. Ingots liefert, die nach dem Erhitzen im Glühöfen in Schienen und Bandagen nach 37 St. vom Anfang an verwandelt sind. Ausführliches in Petzoldt's Eisenbahnmaterial 1872, S. 182, 217.

e. Frankreich.[7]) (Terrenoire, Assailly). Einsätze von 7000—9000 kg., Chargendauer 20—25 Min., Abgang 12—14 Proc.

f. Nordamerika.[8]) Chargen von 6000—6250 kg., Zahl der Schmelzungen 14—24 in 24 St., Zusatz von 5—8 Proc. Spiegeleisen, Ausbringen 84—86 Proc. an Ingots.

B. Bessemern durch Rückkohlung mit Ferromangan. Dieses Verfahren kommt hauptsächlich in Anwendung für siliciumreiche, manganarme Roheisensorten, aus denen entweder sehr weiche, kohlenstoffarme Producte erblasen werden sollen (S. 362), oder bei einem Phosphorgehalt des Roheisens ebenfalls kohlearme Producte, welche bei Zusatz von Spiegeleisen zu kohlenstoffreich ausfallen und unbrauchbar sein würden (S. 15). Rückkohlung durch Ferromangan.

Terrenoire.[9]) Dauer der ersten Periode, welche der Erscheinung des gelben Streifens im Spectroskop vorangeht, etwa 15 Min. je nach dem Siliciumgehalt des Roheisens, reine Flamme ohne Rauch und Auswürfe, Operationsende durch verschwinden der Spectrumstreifen mit Ausnahme des gelben Natriumstreifens charak- Beispiel.

1) Oest. Ztschr. 1864, No. 23; 1865, No. 32; 1867, No. 4 u. 14; 1868, No. 40; 1872, No. 34. Denkbuch f. d. österr. Berg- u. Hüttenwesen, 1873, S. 241. 2) Bauschinger, Festigkeitsversuche mit Ternitzer Bessemerstahl. München, 1873. 3) Kerpely, Eisenhüttenwes. Ungarns, S. 294. 4) B. u. h. Ztg. 1866, S. 103, 225; 1864, S. 80; 1873, S. 354. Oest. Jahrb. 18, 85. 5) Oest. Ztschr. 1868, No. 40. 6) Citate, S. 377. 7) Oest. Jahrb. 18, 60. 8) Citate, S. 376. B. u. h. Ztg. 1875, S. 186. 9) Citate, S. 15. B. u. h. Ztg. 1875, S. 39. Grothe's Polyt. Ztg. 1875, S. 35.

terisirt. Dauer des Frischens bei sehr weichem Metall 20 Sec. länger. Abstellen des Windes, Einwerfen von etwa 2 Proc. rothglühend gemachtem Eisenmangan (S. 366) mit der Schaufel, Nachsehen mit einer Stange, ob die Stücke die Schlacke durchdrungen haben und ins Metall gelangt sind, Entstehung von glänzenden Kohlenoxydflämmchen; nach beendigter Einwirkung Ausgiessen und Erzielung eines stets gleichmässigen Productes, allerdings theuer wegen des hohen Preises des Ferromangans (1 kg. kostet etwa 3 Mark). Aehnlich operirt man zu Seraing mit Ferromangan von Terrenoire und zu Creusot[1]) behuf Erzeugung von Métal fondu. Nach Pattinson soll der Chemiker Matthiesen die Thatsache, dass bei geringem Kohlenstoffgehalt eine gewisse Phosphormenge im Stahl vorhanden sein kann, ohne denselben unbrauchbar zu machen, schon gekannt und Slade, Director der New-Jersey-Steel Co. dieselbe schon 1870 entdeckt und practisch verwerthet haben. In weiteren Kreisen wurde dieselbe erst durch die Veröffentlichung der von Tessié du Mothay und Euverte zu Terrenoire angestellten Versuche bekannt.

Directes Bessemern.

C. Directes Bessemern ohne Rückkohlung.[2]) Dasselbe wird besonders für reine siliciumarme, manganreiche Roheisensorten mit 4—5 Proc. Mangan (Schweden) oder auch für manganreiches phosphorhaltiges Roheisen angewandt, in welchem Falle aber kohlenstoffarme Producte (Königin-Marienhütte bei Zwickau, Maxhütte in Baiern) erzeugt werden müssen, um z. B. zu Schienen verwendbar zu sein (S. 362). Der grössere Mangangehalt veranlasst aus angegebenen Gründen (S. 379) die Entstehung einer teigigen Schlacke bei starken Auswürfen (daher sehr geräumige Birnen), weshalb es besonders darauf ankommt, ein recht hitziges Bad zu erhalten, am besten dadurch, dass man den Hohofen mit stark erhitztem Winde speist und das sehr hitzige Eisen aus dem Hohofenherd vollständig absticht, weil bei längerem Aufenthalte in demselben durch den Contact mit den kälteren Wänden sich das Roheisen kühlt und fremde Substanzen sich ausscheiden. Einen gleichen Zweck, Hitzigerhalten des Bades, soll das zu Neuberg versuchte Einblasen von Kohlenstaub in die Birne und die zu Zeltweg versuchte Anwendung von erhitztem Winde haben.

Man erkennt das Reactionsende am Schluss der Rohfrischperiode hauptsächlich nach Spiessproben; Spectroskop und Flammenerscheinungen sind nach Gautier weniger sicher, man erhält nicht gleichmässige Producte, in Folge dessen dieselben classificirt werden müssen, was kostspieliger ist. Nach dem Ausgiessen der Birne wird dieselbe ganz umgekippt, der Rest der Schlacke ausgeblasen und bei nicht erforderlichen Reparaturen eine neue Charge gegeben; sind letztere erforderlich, so muss die Birne durch Einleitung von Gebläseluft zuvor hinreichend gekühlt werden.

Beispiele.

Schweden[3]) (Fagersta, Sandviken, Westanfors, Bäcka, Svartnäs). Chargen von 2300—3900 kg. Roheisen (Fagerstaeisen z. B. mit 2.926 Mangan und 0.641 Silicium) direct aus dem Hohofen in die Birne mit 6—7 Formen à 6—7 Düsen von 11—18 mm. Durchmesser abgelassen, Windpressung 60—70 cm. Quecksilbersäule, Chargendauer 4—10 Min. (nur bei manganfreiem Roheisen Zusatz von 1—2 Proc. Spiegeleisen), Ausbringen 85—89 Proc. Bessemergüsse bei einigen Procenten Abfall. — Zu Svartnäs[4]) Blasen mit stärkerer Pressung behuf Abkürzung

1) B. u. h. Ztg. 1874, S. 379. 2) B. u. h. Ztg. 1874, S. 280; 1875, S. 40 (Gautier).
3) Åkerman, Standpunkt d. Eisenfabrik. in Schweden 1873, S. 29. Kerpely, Wien. Ausst.-Ber. 1873, S. 206. Oest. Jahrb. 13, 76. B. u. h. Ztg. 1873, S. 459. Schwed. Eisenerze zu Bessemerroheisen: Iron and Steel-Inst. 1874, No. 2, p. 310. Neuestes Bessemerwerk zu Iggesund, ebend. p. 444. 4) B. u. h. Ztg. 1873, S. 459.

der Zeitdauer der Charge (S. 381) und Verringerung des Abfalles. Abgang, wenn das Roheisen umgeschmolzen ist, an 14 Proc., wenn dem Hohofen entnommen 10—12 Proc., Abfälle 4—8 Proc., Ausbringen an Gussblöcken 88—89 Proc. Wenn der Bessemerprocess in Schweden keine allgemeine Verbreitung gefunden hat, so liegt der Grund davon hauptsächlich in der Kostspieligkeit der Apparate und der Nothwendigkeit, grosse Productionen zu beschaffen und die Veredlung derselben zu fertiger Waare vorzunehmen, während sonst eine Anzahl kleinerer Hütten nur Schmiedeeisen erzeugen.

Königin Marienhütte bei Zwickau[1]) (S. 15). Chargen von 4800 bis 5000 kg. Graueisen mit 3.50 C, 2.5 Si, 0.04 S, 0.10—0.12 P und 2.60—4.00 Mn., während 2 St. im Krigarofen (S. 227) geschmolzen; Frischen in einer Birne mit 7 Formen à 7 Düsen bei bis 1 m. steigender Windpressung während 12 Min. unter Anwendung des Spectroskops und Entnehmen von Spiessproben (bei gutem Stahl Schlacke leberbraun, porös und glasig, inwendig schmutzig zeisiggrün, Stahlkörner vollständig kugelig, silberweiss, beim Aushämmern sehr ductil und ohne Kantenrisse beim Ausplatten bis zum 5—6fachen Durchmesser), Zusatz von 150 bis 200 kg. kalten Stahlabgängen in die Birne vor dem Giessen; Dichten der Ingots unter einem Dampfhammer; 9 Proc. Abbrand. Der erfolgende phosphorhaltige Stahl dient hauptsächlich zu Schienendeckeln (S. 15). — Ein ähnliches Product liefert das wenigstens 0.10 Proc. Phosphor und 4.00 Proc. Mangan enthaltende Roheisen zu Maxhütte[2]) in Bayern.

Gienanth'sche Hütte bei Kaiserslautern.[3]) Frischen von 3000 bis 3250 kg. halbirtem Roheisen aus dem Cupoloofen bei $1\frac{1}{2}$—2 Atmosphären Windpressung während 10—14 Min.; Erkennung des Reactionsendes an Flamme, Schlacke und ausgeschöpftem Metall; Stahlgüsse direct aus der Birne.

90. Schwedisches Verfahren des Bessemerns in feststehenden Apparaten bei seitlicher Windzuführung.[4]) Dieser Process, zu Edsken[5]) in Schweden zuerst ausgebildet, dann auf österreichischen Werken[6]) (Neuberg, Heft) wohl neben dem englischen Verfahren ausgeführt, ist bei reinem, nur bis zur Stahlbildung zu entkohlenden Roheisen einfacher und billiger, als der englische, man kann mit gleicher Betriebskraft für das Gebläse nahe das doppelte Quantum Roheisen pro Charge in Arbeit nehmen, die Formen leiden weniger, der Auswurf ist geringer und das Giessen kann in beliebig kurzer Zeit vorgenommen werden (S. 360), aber trotzdem weicht diese Methode immer mehr der englischen wegen deren grösseren Sicherheit und Productionsfähigkeit. Schwed. Verfahren.

Das Verfahren erfordert nachstehende Operationen: Abstechen von gewöhnlich 1500—2000 kg. Roheisen in eine Giesspfanne, Heben der Pfanne über den Einguss des Ofens (S. 372), Ausleeren des Inhalts, Anlassen des Windes mit genügender Pressung (S. 373), um der eintretenden Eisenmasse zu widerstehen, Schliessen des Eingusstrichters in der S. 372 angegebenen Weise; Verlauf der Schlackenbildungs-, Koch- und Frischperiode wie beim englischen Process; nach Eintritt des Reactionsendes (Kennzeichen dafür: Grösse und Helligkeit der Flamme, Farbe und Helligkeit der ausgeworfenen Eisentheilchen, Spiessprobe, Dauer des Kochens unter Beobachtung des Manometers u. s. w.) rasches Abstechen des Stahles in eine erhitzte Pfanne und Entleeren derselben in Formen. Die Güsse fallen weniger dicht aus, als bei beweglichen Birnen, weil man die gefrischte Masse

1) B. u. h. Ztg. 1872, S. 150, 166; 1874, S. 330, 460; 1875, S. 40. Rev. univers. 1874, Tom. 35, p. 623. 2) Rev. univers. 35, 623. B. u. h. Ztg. 1875, S. 40. 3) B. u. h. Ztg. 1870, S. 371; 1872, S. 167. 4) Citate s. S. 372. Kerpely, Fortschr. 8—10, 670. 5) B. u. h. Ztg. 1859, S. 244; 1860, S. 10; 1861, S. 91, 294 (Abbldg.), 399, 479; 1862, S. 220, 398. Oest. Jahrb. 9, 42; 10, 201. 6) B. u. h. Ztg. 1865, S. 247, 360; 1866, S. 174.

in dem fixen Ofen, nachdem der Wind zu blasen aufgehört hat, nicht einige Zeit lang in demselben ruhig stehen lassen kann.

Beispiele.

Schweden. Chargengrösse 1500—2000 kg., Dauer etwa 20 Min., Ausbringen bis 80 Proc. reine Güsse.

Neuberg in Steyermark.[1]) Ofen von 1.8 m. Durchmesser, 20 Fern à 10.9 mm. Weite, Einsatz 2500 kg.; Ausbringen 74.5 Proc. Ingots à 10.8 Proc. Abfälle bei 14.7 Proc. Verlust.

Heft in Kärnthen.[2]) Oefen von 2.45 und 1.57 m. Höhe mit 1.57 und 1.26 m. Durchmesser und resp. 3000—3500 und 1350—1650 kg. Einsatz, erstere mit 24 Formen à 13 mm., letztere mit 19 Formen à 13 mm. Weite. Windpressung bei den grossen Oefen 0.8—1.2 Atmosphären, Chargendau er18—35 Min, Ausbringen 85 Proc. Ingots.

Producte.

91. Producte vom Bessemern. Beim Bessemern entstehen nachstehende Producte:

Stahl. Kohlenstoffgehalt und Härte.

1. Bessemerstahl. Derselbe besitzt verschiedene Kohlenstoffgehalte und Härtegrade, je nach dem Grade der Entkohlung oder dem Zusatz an Spiegeleisen.

Bei Vermehrung des Spiegeleisens lässt sich der Stahl zwar härter machen, aber es ist dann schwer, Gleichmässigkeit in der Härte, Qualität und Zähigkeit zu erlangen. Während zur Darstellung des eigentlichen härteren Gussstahls zweckmässig Tiegelschmelzerei, für weichere Stahlsorten der ein dichteres und siliciumfreieres Product wegen der dazu verwendeten Rohmaterialien liefernde Martinprocess dient, so ist der Bessemerstahl besonders berufen, als Feinkorneisen in seinen kohlenstoffärmeren Sorten statt Schmiedeeisens als Massenstahl namentlich zu Schienen, Bandagen, Federn, Blech u. dgl. verwandt zu werden. Mit dem Steigen des Kohlenstoffgehaltes eines und desselben in gleicher Weise erzeugten und verdichteten Stahles tritt ein Fallen des specifischen Gewichtes ein.[3]) Das Bessemermetall zu Schienen besitzt z. B. in Oesterreich durchschnittlich 0.15—0.60 Proc., in England 0.75 Proc. Kohlenstoff und in Frankreich noch mehr. Bei Beurtheilung der Härte muss man neben dem Gehalt an Kohlenstoff besonders noch denjenigen an Silicium in Rücksicht ziehen, indem sich beide in gewissen Grenzen vertreten (S. 261). Bei gleichen Härtegraden enthält z. B. Schienenstahl auf dem Continente neben 0.08—0.10 Proc. Silicium über 0.35 Proc. Kohlenstoff, in Südwales (Dowlais, Ebbw Vale) nur resp. 0.01 und 0.45 Proc.[4]) — Ein Mangan- (S. 20) und Siliciumgehalt scheint weniger zu influiren, als ein gleich hoher Kohlenstoffgehalt.[5]) — Nach Janoyer[6]) darf bei einem Stahl, der sich walzen lassen soll, das Silicium 0.1 und der Mangangehalt 0.3 bis 0.35 Proc. nicht übersteigen und die beste Stahlqualität darf höchstens 0.2 bis 0.025 Proc. Silicium enthalten (s. spätere Analysen). Beste Stahlsorten enthalten bis 0.01, mittlere bis 0.1 Proc. Schwefel. In den besseren, namentlich kohlenstoffreicheren Sorten beträgt der Phosphorgehalt nicht über 0.055 Proc., in den besten Sorten 0.03 Proc., steigt aber in kohlenstoffarmen (mit 0.10—0.15 Proc. C) auf 0.1—0.15, selbst 0.3 Proc. (Phosphorstahl S. 15). — Nach Durfee[7]) liess sich Stahl mit 0.88—1 Proc. Phosphor bei niedriger Rothgluth schmieden und gut bearbeiten, während das erkaltete Product brüchig wie Glas war. Schwefel und Phosphor in merklicher Menge bewirken eine allgemeine Verdorbenheit des Productes und neutralisiren sich nicht, wie man dieses beim Puddeln beobachtet haben will (S. 16).

Blasenbildung.

Der Bessemerstahl enthält häufig Blasen und muss deshalb durch kräftiges Hämmern oder Walzen gedichtet werden, wobei die Festigkeit[8]) durch Schmieden bei weichem Stahl um das $1\frac{1}{2}$fache, bei hartem um das $2\frac{1}{2}$fache zunehmen kann. Gewalzter und ge-

---

1) B. u. h. Ztg. 1865, S. 247, 431. Oest. Ztschr. 1869, No. 30. Oest. Jahrb. 18, 80. 2) Oest. Jahrb. 18, 79. 3) B. u. h. Ztg. 1874, S. 303. 4) Petzoldt, Erzeugung von Eisen- u. Stahlschienen 1874, S. 32. 5) B. u. h. Ztg. 1871, S. 448. 6) B. u. h. Ztg. 1874, S. 280. 7) B. u. h. Ztg. 1874, S. 466. 8) Festigkeitsverhältnisse in Kick's techn. Bl. 1874, S. 117. Bauschinger, Versuche über die Festigkeit des Bessemerstahles von Ternitz, München 1873.

schmiedeter Stahl zeigen eine verschiedene Vertheilung des Kohlenstoffs, durch Aetzproben nachzuweisen.[1]) Der Stahl aus fixen Oefen pflegt blasiger zu sein, als aus beweglichen Birnen, weil im ersteren Falle der Wind während des Abstechens nicht abgestellt werden darf und man den Stahl vor dem Abstechen nicht erst einige Minuten ruhig stehen lassen kann, wobei absorbirte Gase entweichen würden. Am heftigsten steigt in den Formen das überblasene Eisen (S. 360). Die Beseitigung vorhandener Blasen geschieht am besten dadurch, dass man die äusserlich noch rothwarmen Gussblöcke in einem Ofen allmälig wieder erhitzt und dann kräftig schmiedet.

Die Blasenbildung[2]) ist die Folge einer Absorption von Gasen (S. 260), bei deren Entweichen das Steigen oder Kochen[3]) des Stahles eintritt. Als die gebräuchlichsten Mittel zur Verhütung dieser Erscheinungen dienen das Abkühlenlassen des Stahls besser in der Birne, als in der Gusspfanne[4]) (S. 380) und dichtes Verschliessen der erwärmten Formen nach dem Gusse; ausserdem ist u. A. noch empfohlen: ein Ueberhitzen[5]) im Siemensofen vor dem Gusse (Bochum), Füllung der Formen von unten[6]), hydraulischer Druck beim Guss[7]), Druck durch Schiesspulvergase[8]), Guss mit verlornem Kopf[9]), Zusatz von etwa 1 Proc. Roheisen in die Giesspfanne, dessen Mangan- und Siliciumgehalt den Blasenbildung veranlassenden Sauerstoff aufnimmt. Angelaufene, oxydirte Blasenräume geben auch nach der Verarbeitung unganze Stellen, Risse[10]) (Längs-, Quer- und Bodenrisse), deren sonstiger Ursprung noch sein kann: Ausdehnung des flüssigen Innern der Blöcke gegen die bereits erstarrten Aussenflächen bei allmäliger Abkühlung des ersteren, grosser Druck der innern noch flüssigen Masse auf die unteren zuerst erstarrenden Theile (Entstehung von Bodenrissen), starkes Schwinden (weicher Stahl zeigt etwa 2.5 Proc. lineare Schwindung) u. A. Risse-bildung.

Vor Puddelstahl[11]) zeichnet sich der Bessemerstahl durch gleichartigere Beschaffenheit aus. Wie früher (S. 15) mitgetheilt, kann letzterer in seinen reineren phosphorfreien Varietäten den Tiegelgussstahl[12]) ersetzen, ohne jedoch dessen feines Korn zu haben oder mit einer so grossen Sicherheit von einem bestimmten Kohlenstoffgehalte regelmässig sich erzeugen zu lassen. Derselbe erfordert deshalb ein genaues Sortiren[13]), am besten dadurch, dass man von jeder Charge im Beginn des Gusses eine Probestange giesst, diese nach dem Erkalten zerbricht und nach Farbe, Glanz, Textur, Schmied- und Schweissbarkeit, sowie nach dem durch die colorimetrische Probe ermittelten Kohlenstoffgehalt die Classification vornimmt (S. 261). Wie nachstehende Analysen zeigen, hält Bessemerstahl nur sehr wenig, höchstens 0.1 Proc. Silicium (S. 15), Tiegel- Vergleichung mit Tiegelguss- u. Puddelstahl.

	Bessemerstahl.		Tiegel-Gussstahl.	
	Rails der Pacificbahn.	Kurbelachsen. Cockerill.	Kurbelachsen. Krupp.	Kurbelzapfen. Krupp.
Silicium	0.066	0.090	0.235	0.220
Schwefel	0.060	0.044	0.057	0.049
Phosphor	0.043	0.070	0.038	0.039
Mangan	0.600	0.600	0.850	1.000
Kohlenstoff	0.490	0.490	1.050	0.480

1) B. u. h. Ztg. 1873, S. 47. Kick's techn. Bl. 1874, S. 116. Kerpely, Fortschr. 8—10, 625. 2) B. u. h. Ztg. 1866, S. 329, 348. Kerl, Met. 3, 662, 713. 3) B. u. h. Ztg. 1874, S. 144. 4) B. u. h. Ztg. 1868, S. 170. 5) B. u. h. Ztg. 1874, S. 235. 6) B. u. h. Ztg. 1863, S. 440. 7) B. u. h. Ztg. 1867, S. 215; 1872, S. 311; 1873, S. 345; 1874, S. 148. Oest. Jahrb. 18, 70. Kerpely, Fortschr. 8—10, 663. 8) B. u. h. Ztg. 1866, S. 303. 9) B. u. h. Ztg. 1874, S. 166. 10) Kerl, Met. 3, 661. B. u. h. Ztg. 1866, S. 95; 1873, S. 19, 232. 11) B. u. h. Ztg. 1866, S. 329. 12) B. u. h. Ztg. 1866, S. 329. 13) B. u. h. Ztg. 1868, S. 212; 1872, S. 451; 1873, S. 46, 79. Oest. Jahrb. 18, 63. Kerpely, Fortschr. 8—10, 664.

gussstahl zuweilen nicht unter der doppelten Menge, was seinen Grund weniger in der Reduction von Silicium aus der Tiegelmasse, als in der Anwendung kieselreicherer Eisensorten haben dürfte.

Verwendung des Stahles. Der Bessemerstahl ist der verschiedensten Verwendungen[1]), namentlich im Eisenbahnbau fähig wie (S. 386) bemerkt, z. B. für Schienen[2]), Achsen, Tyres, dann für Bleche[3]), Handelsstahl und Gussstücke, doch liegen hierüber die sich widerstreitendsten Angaben vor, was seinen Grund darin hat, dass die Qualität des Bessemerstahles dieselben Abstufungen zeigt, wie jene des Roheisens, indem dieselbe abhängt von der Leitung des Frischprocesses, der mechanischen Bearbeitung beim Schmieden und der Umsicht, mit welcher derselbe von Seiten des Maschinenbauers verwendet wird. So erfordert die Verarbeitung der Bleche ganz besondere Vorsichtsmassregeln, z. B. für Dampfkessel.[4])

Bearbeitung des Stahles. Vor der Verarbeitung[5]) auf Schienen, Achsen, Tyres u. s. w. werden die glühenden Stahlblöcke (Ingots) meist vorgeschmiedet (eine geringere Stahlqualität, wie zuweilen in Deutschland, erfordert mehr ein Schmieden, als in Innerösterreich) oder vorgewalzt (Bochum), selten kleine Blöcke direct fertig gewalzt (Hörder Gruppenformblöcke) oder profilirt gegossen (Steinhäuser Hütte)[6]), neuerdings in Sheffield zur Ersparung an Productionskosten statt Dampfhämmern sog. Cogging-Walzen übergeben. Man verwendet häufig Schienenstrecken mit Triowalzen; Reversirmaschinen sind weniger üblich. Auf nordamerikanischen Werken[7]) liefern die automatisch arbeitenden Fritz'schen Bloomingmills (S. 331) leicht mehr als die mittlere Production von 5 gewöhnlichen Stahlwerken; ist der Block einmal vorgelegt, so vollbringt er die folgenden Gänge von selbst und nimmt die nothwendigen Wendungen von selbst vor.

Bessemerstahlanalysen.[8])

	a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.	h.	i.	k.	l.	m.	n.	o.
Kohlenstoff	0.085	0.700	1.05	0.085	0.250	0.700	1.050	0.250	0.300	0.638	1.030	0.290	0.350	0.290
Silicium	0.008	0.032	0.067	0.008	0.036	0.032	0.067	0.016	0.056	0.444	0.050	0.031	0.247	0.059
Phosphor	0.025	—	—	0.025	0.022	0.023	0.028	—	0.041	0.042	Spr.	0.055	0.049	0.056
Schwefel	Spr.	Spr.	Spr.	Spr.	Spr.	Spr.	Spr.	0.01	0.040	0.009	0.050	0.052	0.027	0.011
Mangan	Spr.	0.256	0.335	Spr.	0.234	0.256	0.355	0.136	0 273	0.640	0.070	0.200	0.580	0.170
Kupfer	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.100	0.080	Spr.	Spr.	Spr.

	p.	q.	r.	s.	t.	u.	v.	w.	x.	y.	z.	tz.
Kohlenstoff	0.490	0.310	0.490	0.540	0.200	0.138	0.046	0.500	0.500	0 10—0.15	0.120	0.133
Silicium	0.090	0.090	0.066	0.090	0.179	0.306	0.634	0.010	0.497	0.40 - 0.70	0.028	0.072
Phosphor	0.070	0.070	0[illegible]43	0.069	0 026	0.134	0.093	0.098	0.035	0.10 - 0.15	1.131	0.114
Schwefel	0.040	0.030	0.060	0.051	0.03	0.040	0.045	Spr.	0.030	0 04—0.06	0.006	0.010
Mangan	0.600	0.600	0.600	0.650	0.214	0 386	0.638	0,079	1.119	0.40—0.70	0 093	0.145.
Kupfer	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

1) Preuss. Ztschr. 1870, S. 265. Rev. univ. 1870, livr. 2. Kick, Techn. Bl. 1874, S. 111. Deutscher Engineering 1874, No. 4. B. u. h. Ztg. 1865, S. 65; 1878, S. 45. Vergleichung von englischem u. schwed. Stahl: B. u. h. Ztg. 1865, S. 316, 359. Classific. in Seraing: Kerpely, Fortschr. 8—10, 664. Verwendung: ebend. S. 677. 2) B. u. h. Ztg. 1866, S. 60, 304; 1868, S. 213. Oest. Ztschr. 1866, No. 21, 49. Knut-Styffe, Ber. S. 41. Kick, Techn. Bl. 1874, S. 111. 3) B. u. h. Ztg. 1874, S. 346. Kerpely, Fortschr. 8—10, 681. 4) Kick, Techn. Bl. 1874, S. 74, 116. B. u. h. Ztg. 1874, S. 346. 5) B. u. h. Ztg. 1873, S. 120. Oest. Jahrb. 18, 74. 6) B. u. h. Ztg. 1872, S. 310; 1874, S. 54. Petzoldt's Eisenbahnmaterial, 1872 (Taf. 20, Flammofen zum Erhitzen der Bessemerrohblöcke). 7) Frantz, oberschles. Ztschr. 1874, No. 40. Iron and Steel Inst. 1874, No. 2, S. 348 (mit Abbildgn. von Fritz' Walzwerk). 8) B. u. h. Ztg. 1864, S. 289; 1865, S. 42; 1866, S. 226; 1871, S. 448; 1873, S. 338. Kerpely, Wien. Ausst.-Ber. 1873, S. 207. Dingl. 185, 134.

a—g. Schwedischer Stahl, Roheisen direct aus dem Hohofen, und zwar d. für weiche Bleche, Eisenbahnschienen u. s. w., e. für Gewehrläufe, Maschinenaxen; f. für Schneidwerkzeuge, Bleche, für Sägeblätter u. s. w., g. für Meissel, Drehstähle u. s. w. — h—o. Oesterreichische Stahlsorten. h. u. i.: Neuberg, zu Kesselblech, resp. aus Hohofen- und umgeschmolzenem Roheisen. k. Ebend. l. Gratz, mit 0.38 chem. geb. C und 0.65 Graphit. m—o. Aus Heft in Kärnthen. — p—s. Seraing: p. u. q. Kropfaxen. r. u. s. Schienen. — t. Barrow of Furness, Stahl für groben Draht. u. Deutscher Stahl für Schienenköpfe. v. Desgl. für Schienen, aus engl. Hämatitroheisen und deutschem Spiegeleisen. w. Federnstahl von Borsig. x. Stahl zu Schneidwerkzeugen, zum Hämmern zu spröde. y. Königin Marienhütte zu Zwickau, zu Schienendeckeln, phosphorreich und kohlenstoffarm. z. u. tz. von Reschitza im Banat.

Janoyer giebt folgende Bessemerstahlanalysen:

	a.	b.	c.	d.	e.	f.
Kohlenstoff	0.400	0.380	0.400	0.220	0.230	0.260
Silicium	0.072	0.048	0.100	0.029	0.038	0.019
Phosphor	Spr.	Spr.	Spr.	—	—	—
Mangan	0.220	0.300	0.310	0.195	0.204	0.123.

a. u. b. gut zu hämmern und zu walzen. c. gab noch genügende Resultate; bei grösserem Siliciumgehalt ist aber der Stahl nicht mehr schmiedbar. d. u. e. eignen sich gut zu Schienen und Gegenständen, welche keine ausserordentliche Widerstandsfähigkeit verlangen; sie genügen auch, aber nicht durchweg, zu Wagenachsen, Bandagen u. s. w. f. ist ein Musterstahl.

2. Bessemerschlacken.[1]) Dieselben sind, weil in dieselben nicht nur der Siliciumgehalt des Roheisens, sondern auch Kieselsäure aus dem Futtermaterial eingeht und die Rohschlacke nicht abgelassen wird, sauer, meist Bisilicate oder selbst Gemenge von Bi- oder Trisilicaten, welcher Umstand der Phosphorabscheidung besonders entgegenwirkt (S. 16). Die Schlacken sind, so lange das Eisen nicht überblasen ist, emailartig, zusammenhängend, oberflächlich hellbraun und im Bruche beinahe farblos oder licht olivengrün, z. B. bei 53 Proc. Kieselsäuregehalt, dann werden die Farben immer dunkler und die Masse unzusammenhängend, und bei überblasenem Eisen zeigt sich oberflächlich dunkelbraune bis schwarze Farbe bei hellgrünem Bruche, z. B. mit 49 Proc. Kieselsäure. Schlacken.

Schlackenanalysen.

	a.	b.	c.	d.	e.	f.
Kieselsäure	59.05	46.700	44.30	—	44.73	46.70
Thonerde	4.11	4.246	10.85	—	—	4.24
Eisenoxydul	8.80	15.632	19.45	—	20.59	15 68
Manganoxydul	26.00	32.367	24.55	—	32.74	32.37
Kalkerde	2.01	0.481	0.68	19.40	1.53	0.48
Magnesia	0.40	0.172	0.45	—	0.17	0.17
Alkalien	Spr.	—	—	—	—	—
Schwefel	0.03	—	—	0.40	—	—
Phosphorsäure	0.023	—	—	8.32	—	—
Mangan	—	—	—	76.88	—	—

a. Reschitza. b. England, hellbraun, schön krystallisirt, bei Stahl mit 1.05 Proc. C. c. Fagersta, vom Ende der Charge. d. Seraing. e. Hörde, krystallisirt. f. Schweden. — Sonstige Analysen S. 381.

3. Abfälle. Dieselben erfolgen hauptsächlich Abfälle.

a. als im Giesskessel zurückbleibende Schaalen[2]), deren Menge abhängig ist von der Schnelligkeit des Giessens, dem Grade der

1) B. u. h. Ztg. 1873, S. 338; 1874, S. 48. Kerpely, Wien. Ausst.-Ber. S. 207. Dessen Fortschr. 8—10, 645. 2) B. u. h. Ztg. 1865, S. 360; 1873, S. 140.

Gaare des Eisens, der Menge des zugeführten Windes, der Grösse der Charge, dem Grade des Anwärmens der Kessel u. s. w.

Die wegen ihrer Unreinheit und ihres ungleichen Aggregatzustandes schwieriger zu verwerthenden Schaalen formt man am besten unter einem schweren Hammer noch heiss zu Masseln, giebt diesen Schweisshitze und reckt sie unter Hämmern oder Walzen aus. Der nicht schweissende Abfall kommt in den Eisenhohofen oder Frischherd.

b. Schienen- oder Railsenden. Die Verwerthung derselben in den Birnen bedingt die Zusammengehörigkeit der Walzhütte mit dem Stahlwerk, welche Verbindung indess zur Vertheuerung des Productes beitragen kann (S. 362).

Die Verwerthung der wenig schweissbaren Abfälle geschieht meist durch Zusatz in die Birne (in Steyermark z. B. 12 Proc. und mehr), in den Hohofen (Zeltweg[1]) S. 361) oder in den Martinofen; Einhängen in die Coquillen und Umgiessen mit Stahl behuf Einschweissens eines zähen Kerns (Steinhäuser Hütte)[2]), ein wegen unvollständiger Verbindung der Theile nicht überall beliebtes Verfahren (Verdie's Halbstahl[3]) oder Produit mixte besteht aus einer ähnlichen Composition); Umschliessen der Abfälle mit Eisen, Schweissen des angeheizten Paquetes und Auswalzen[4]); Packetiren und Schweissen[5]); Umschmelzen nach Parry's Methode auf Roheisen[6]) u. A.

Rauch.

4. Rauch und Gase (Flamme). Dieselben sind von variabler Zusammensetzung.[7])

Ersterer von brauner Farbe enthielt zu Neuberg[8]): 34.86 Kieselsäure, 48.23 Manganoxydul und 16.29 Eisenoxydul. Ueber die Flamme im Allgemeinen ergeben die bei Erwähnung des Spectroskops (S. 378) angegebenen Citate Näheres. Watt[9]) ermittelte die Temperatur der Flamme und ihre Beschaffenheit in den verschiedenen Perioden (S. 382).

Vierter Theil. Behandlung des Roheisens mit oxydirenden Agentien ausser Luft auf feste oder flüssige Producte. (Reactionsfrischen.)

Wirkung der Agentien.

92. Allgemeines. Zur Beschleunigung des Frischprocesses, zur Erzielung höhern Ausbringens, zum Entbehrlichmachen geschickter Arbeiter oder zur vollständigeren Reinigung des Frischmaterials hat man als Oxydationsmittel sowohl feste, als gas- und dampfförmige Agentien angewandt, nicht immer mit erwünschtem Erfolge oder mit günstigem ökonomischen Resultate. Das erfolgende Product (Reactionsstahl) ist von unsicherer Zusammensetzung, wenn man nicht das Roheisen möglichst vollständig entkohlt und Spiegeleisen oder Ferromangan zur Nachkohlung hinzufügt (Flammofenreactionsstahl.)

1) Oest. Ztschr. 1874, S. 353. 2) B. u. h. Ztg. 1874, S. 54, 235. Kerpely, Wien. Ausst.-Ber. 1873, S. 219. 3) B. u. h. Ztg. 1862, S. 139. 4) B. u. h. Ztg. 1873, S. 19. 5) Polyt. Contr. 1867, S. 464. B. u. h. Ztg. 1870, S. 361. Kerpely, Fortschr. 4, 270. 6) B. u. h. Ztg. 1863, S. 16; 1866, S. 173. 7) Kerpely, Fortschr. 8—10, 630. 8) B. u. h. Ztg. 1868, S. 422 9) B. u. h. Ztg. 1873, S. 237.

93. Reagentien. Die als Oxydationsmittel für das Roheisen angewandten Reagentien sind seltener gas- und dampfförmige, als feste.

A. Feste Reagentien, und zwar

Feste Reagentien.

1. Oxydirtes Eisen enthaltende Substanzen. Dieselben dienen entweder

a. neben Luft in untergeordneter Menge, um den Eisenabgang in gewissen Grenzen zu halten, als gaarende Zuschläge beim Herdfrischen und Puddeln (S. 347) in Gestalt von Gaarschlacken, Schwahl, Hammer- und Walzsinter, rohen und gerösteten reinen Eisenerzen, Kiesabbränden u. s. w.

Gaarende Frischzuschläge.

b. Zur Vorbereitung des Roheisens für das Frischen durch Einbringen z. B. reicher reiner Eisenerze in den Hohofenherd (Füttern, S. 32, 280) oder Abstechen des flüssigen Roheisens in mit Eisenoxyd versehene auf einer Rotirvorrichtung befindliche Formen (Ellershausen, S. 280, 347) oder in mit Eisenoxyd und Salpeter ausgestrichene feststehende Formen (Budd, S. 280).

Roheisenvorbereitung.

Letztere Methode, namentlich der in Nordamerika ausgebildete Ellershausen's Process — bei welchem ein rotirender, ringförmiger, in Fächer eingetheilter, mit reinen reichen Eisenerzen versehener Behälter flüssiges Roheisen aufnimmt, worauf die erstarrte Mischung im Puddelofen in teigartigem Zustande aufgebrochen, geballt und gezängt wird — kann da, wo reine und reiche Erze zu Gebote stehen, Vortheile gewähren.

c. Zur directen Darstellung von Stahl (Erzreactionsstahl) durch Zusammenschmelzen von weissem Roheisen in Tiegeln oder Flammöfen bei Ausschluss der Luft mit reinen reichen Eisenerzen für sich oder im Gemenge mit anderen Oxydationsmitteln (geglühtes Eisen, Braunstein, arsenige Säure) oder sonstigen Entkohlungsmitteln (Schmiedeeisen u. s. w.).

Erzreactionsstahlerzeugung.

Dieses Verfahren[1]) ist schon 1722 von Réaumur angedeutet, 1798 von Chalut und Clouet, 1812 von Hassenfratz, 1854 von Stirling und 1858 von Uchatius angewandt, namentlich von Letzterem weiter ausgebildet. Neueren Stahlgewinnungsmethoden gegenüber hat dieses Verfahren, namentlich wegen Unsicherheit in der Zusammensetzung der Producte, Erfordernisses reiner Materialien und leichter Zerstörung der Schmelzgefässe als Tiegelschmelzmethode keine grössere Bedeutung erlangt, ist aber neuerdings von Siemens als Flammofenschmelzprocess wieder aufgenommen.

Geschichtliches.

α. Tiegelschmelzen. Nach Uchatius[2]) schmilzt man granulirtes Weisseissen mit Eisenerzen und Braunstein, für weichen Stahl auch mit Stabeisen in Graphittiegeln von 0.4 m. Höhe und 0.16 m. Weite bei 14—15 kg. Fassungsraum in Windöfen mit Cokes während $1^3/_4$—$2^1/_2$ St., zieht Schlacke, giesst den Stahl in einen Einguss und reckt die blasigen Zaine unter wiederholtem Glühen unter Hämmern aus.

Uchatiusstahl.

Beschickungen für harten Stahl: 100 Roheisen, 25 Spatheisenstein und 1.5 Braunstein; für weichen Stahl: 100 Roheisen, 25 Spatheisenstein, 1.5 Braunstein, 20 Stabeisen. — Zu Wikmanshyttan[3]) in Schweden wird zu Roheisen

---

1) Geschichtliches: Oest. Jahrb. 18, 95. B. u. h. Ztg. 1870, S. 56. 2) Kerl, Met. 3, 564, 683. B. u. h. Ztg. 1856, S. 410; 1857, S. 426; 1858, S. 209; 1859, S. 390; 1861, S. 254; 1864, S. 14; 1869, S. 164. Berggeist 1858, No. 16. Oest. Jahrb. 6, 85, 255; 8, 154; 12, 70. 3) B. u. h. Ztg. 1863, S. 167; 1867, S. 295. Kerpely, Eisen auf d. Wien. Ausst. S. 206.

und Erz noch Kohlenpulver gesetzt und Stahl für Zwecke erzeugt, welche grosse Stärke mit nicht unbedeutender Härte verbinden müssen (Stampfen, Hämmer). Die Production ist keine grosse. Verlässlicher als Eisenerz ist fein zertheiltes geglühtes Roheisen.[1])

Obonkhoff-stahl.

Obonkhoff[2]) (Obouchow) schmilzt reines weisses Holzkohlenroheisen aus Finnland und vom Ural im Cupoloofen um, sticht dasselbe in weissglühende Tiegel auf Eisen- und Stahlabfälle, Magnet- und Titaneisensteine und Thon ab, fügt nach dem Umrühren noch etwas Salpeter oder arsenige Säure hinzu und erzeugt auf diese Weise bei grosser Production an 22 Sorten Stahl, besonders für Kanonenguss. (Kanonenrohr von 40491 kg. Gewicht auf der Wien. Ausstellung.) Solcher Stahl enthielt 98.76 Fe, 1.02 C, 0.15 Graphit, 0.04 Si.

Ellershausen-Stahl.

Ellershausen[3]) erzeugt Stahl in einem 500 kg. Masse fassenden Tiegel aus flüssigem Roheisen und Stabeisen nebst Flussmitteln. Der Tiegel steht auf einem gemauerten Fundament, zu beiden Seiten Roste mit Cokes und daneben noch ein Feuerungsraum mit Feuerbrücke für flammendes Brennmaterial. Der durch die Decke zu beschickende Tiegel hat je eine Abstichöffnung für Stahl und darüber für Schlacke.

Flammofenstahl.

β. Flammofenschmelzen. Nachdem bereits Hassenfratz[4]) 1812 einen Flammofen zum Schmelzen von Roheisen mit Hammerschlag empfohlen, Sudre[5]) einen solchen 1860 für Roheisen, Stabeisen und oxydirte Roheisenspähne bei einer Glas- oder Hohofenschlackendecke ohne günstigen Erfolg angewandt hatte, gewann die Sache grössere Bedeutung nach Erfindung des Siemensofens mit Regenerativfeuerung.

Beispiele.

Landore-Stahlwerk bei Sheffield.[6]) Einschmelzen von 6000—6090 kg. Hämatitroheisen auf dem Sandherd des Ofens, Zusatz von kalk- und manganhaltigen Eisenerzen (1524 kg. Moctaerzen, etwa 25 Proc.), öfteres Probenehmen, bis die Masse etwa 1 Proc. Kohlenstoff enthält (eigenthümlicher, glänzender Bruch der im Wasser abgeschreckten und zerschlagenen Probe), Zusatz von 8—10 Proc. Spiegeleisen, Umrühren, Abstechen in eine auf Rädern ruhende Giesspfanne, Eingiessen in Ingots; rasche Zerstörung des aus Quarzsteinen hergestellten Gewölbes; Bauxit bewährte sich noch weniger. Bei gutem Roheisen mit nicht über 0.08 Proc. Phosphor und Schwefel erfolgt ein dem Huntsmanstahl sehr ähnliches Product. Da hinreichend dauerhaftes Ofenmaterial nicht zu erhalten, so schmolz Siemens[7]) Roheisen auf dem oberen Herd eines Cascadenofens (S. 268), liess dasselbe in den unteren Herd ab und rührte hier mit Erz- und Kohlenpulver um, worauf die Luppen direct verarbeitet oder zum Martiniren verwandt wurden. Locale Verhältnisse müssen darüber entscheiden, ob dieser Process der Erzreactionsstahl-Erzeugung besser an seinem Platze ist oder die directe Eisengewinnung aus Erz im Rotator (S. 268) und Auflösen der Eisenballen in Roheisen, welches im Siemens-Martinofen eingeschmolzen ist. Für den ersteren Process spricht das Vorhandensein von besten Eisenerzen in geringerer Menge, dagegen von minder guten Eisenerzen in grösserer Menge, aus welchen man durch den Hohofenprocess ein hinreichend gutes Roheisen in grossen Quantitäten darstellen kann, welches dann nur geringerer Mengen aber reiner Erze zur Stahlbildung bedarf. Ausserdem muss neben rohem billigen Brennstoff auch guter verkohlter für den Hohofen vorhanden sein. Hat man da-

1) B. u. h. Ztg. 1859, S. 390. Oest. Jahrb. 18, 98. 2) B. u. h. Ztg. 1861, S. 59, 113, 381; 1869, S. 164; 1874, S. 166. Kerl, Met. 3, 564, 684. Deutsch. Engin. 1874, No. 14. Tunner, Russland's Montan-Industrie. Iron and Steel Inst. 1874, No. 2, p. 439. 3) Dingl. 190, 392. B. u. h. Ztg. 1869, S. 164. 4) Oest. Jahrb. 18, 99. 5) Kerl, Met. 3, 712. Oest. Jahrb. 18, 102. B. u. h. Ztg. 1869, S. 269. 6) Siemens' Vorträge über Brennstoff u. Gewinnung von Eisen und Stahl u. s. w. Berlin 1874, S. 35 (Abbildg.). 7) B. u. h. Ztg. 1874, S. 142, 143, 233, 376.

gegen durchgehends oder vorwaltend Erze bester Qualität in grösserer Menge und nur wenig für den Hohofenprocess geeignetes Brennmaterial, aber für den Flammofenbetrieb gutes mineralisches, so wählt man besser die directe Eisenerzeugung im Rotator, da man dann nur einer geringeren Menge reinen Eisens zur Rückkohlung bedarf. — Nach Siemens werden im Flammofen bei Einwirkung von Eisenerz auf Roheisen Silicium und Mangan, abweichend vom Bessemern (S. 382), zuerst ausgeschieden, während der Kohlenstoff sich ziemlich gleich bleibt, bis die beiden anderen Bestandtheile vollständig entfernt sind. Der erfolgende Stahl ist zum Steigen weniger geneigt, als der Bessemerstahl. — In Pennsylvanien[1]) hat man aus 80 Roheisen und 20 Erz im Flammofen Stahl dargestellt. — Gjers[2]) schmilzt Stahl- und Stabeisenabfälle, eingetaucht in ein Gemenge von 100 Steinkohlentheer, 50 Eisenstein, 25 Braunstein und 25 gelöschtem Kalk, im Regenerativflammofen.

Manganoxyde.

2. Manganoxyde (Braunstein), welche allerdings einen Theil Sauerstoff abgeben, dann aber als niedrigere Oxydationsstufen sich verschlacken, eine sehr flüssige Schlacke bilden und der Entkohlung entgegenwirken (S. 21).

Liebermeister[3]) hat einen Flammofen zur Ausführung eines solchen Processes construirt.

Salpeter.

3. Natronsalpeter. Derselbe wirkt kräftig oxydirend auf den Kohlenstoff, aber weniger direct, als durch Bildung von Eisenoxyduloxyd. Das Salpeterfrischen hat indes keinen Eingang gefunden wegen unvollständiger Ausnutzung und Kostspieligkeit des Salpeters, zumal derselbe, wie man glaubt, nach neueren Analysen von Snelus[4]) u. s. w. nicht im Stande ist, den Phosphor zu entfernen.

Nach Greiner gab Roheisen mit 1.06 Phosphor, 0.19 Schwefel und 2.1 Silicium mit 12.4 Proc. Salpeter und 1.2 Quarz Stahl mit 0.5—0.6 Kohlenstoff, 0.23—0.30 Phosphor, 0.01 Schwefel und 0.09—0.16 Silicium, entschieden kurzbrüchig. Hargreaves trägt entweder ein Gemisch von Natronsalpeter und Eisenoxyd in Kugelform an einem Eisenstab in die aufkochende Masse im Puddelofen ein[5]) oder stampft das Gemenge oder ein solches von Salpeter und Mangansuperoxyd auf der Sohle eines Stichschachtofens fest und lässt flüssiges Eisen hinzutreten.[6]) In letzterer Weise verfährt auch Heaton[7]), nur ist die Salpeterlage mit einer durchlöcherten Gusseisenplatte bedeckt, welche eine zu stürmische Einwirkung des Natronsalpeters verhüten soll. Das erfolgende Halbproduct muss noch im Puddelofen behandelt und dann durch Umschmelzen in Stahl verwandelt werden. — Bessemer[8]) hat Natronsalpeter statt Gebläseluft in Frischbirnen von verschiedener Construction versucht.

Gasförmige Reagentien.

B. Gas- und dampfförmige Reagentien in Gestalt von Wasserdampf (S. 286, 355) und Kohlensäure (S. 364), welche letztere nur schwach wirkt, während ersterer ohne kräftigere Wirkung als Luft eine Abkühlung bei der Zersetzung hervorbringt.

1) B. u. h. Ztg. 1871, S. 363, 415. 2) Journ. of the Iron and Steel Institute, Aug. 1871, p. 181, 185. B. u. h. Ztg. 1870, S. 372. 3) B. u. h. Ztg. 1866, S. 249. 4) Dingl. 192, 406. 5) B. u. h. Ztg. 1868, S. 99, 323; 1869, S. 268. 6) B. u. h. Ztg. 1868, S. 154; 1869, S. 116. 7) B. u. h. Ztg. 1868, S. 430; 1869, S. 32, 268, 307; 1870, S. 312, 361. Oest. Ztsch. 1869, No. 14; 1870, No. 16. Iron and Steel Inst. 1874, No. 2, p. 485 (Analyse). 8) B. u. h. Ztg. 1869, S. 31.

3. Abschnitt.

Darstellung von Stahl (Kohlungsstahl) aus Schmiedeeisen (Stahlkohlen).

Stahlsorten.

94. Allgemeines. So wie durch Entkohlung von Roheisen, so lässt sich durch höhere Kohlung des Schmiedeeisens Stahl (Kohlungsstahl) erzeugen, indem man dasselbe in Kohle glüht und dann ein festes Product (Cementstahl) erhält, oder mit solchem zusammenschmilzt (Kohlenstahl) oder das betreffende flüssige Product (Mischstahl) durch mischendes Schmelzen von Schmiedeeisen und Roheisen erzielt.

Die Qualität des erzeugten Productes hängt von der Beschaffenheit der Rohmaterialien ab, es erfolgt aber bei gegebenem Roheisen ein reineres Product, als bei den Frischmethoden. Die Qualität pflegt bei den ersteren beiden Stahlsorten wegen Verwendung von nur Schmiedeeisen vorzüglicher, als bei letzterer zu sein, weil das Roheisen stets mehr Unreinigkeiten enthält. Man verwendet deshalb den theureren Cement- und Kohlenstahl nur zu Instrumenten- und Werkzeugstahl, den Mischstahl aber als Massenstahl zu Schienen, Radreifen, Façonguss u. s. w. Da die Entkohlung des Roheisens gerade bis zur Bildung von Stahl mit bestimmtem Kohlenstoffgehalt, sowie die entsprechende Abscheidung von Phosphor, Schwefel u. s. w. ihre Schwierigkeiten hat, so gelangt man allerdings kostspieliger aber sicherer zum Ziele, wenn man erst ein kohlenstoffarmes Eisen (Schmiedeeisen) erzeugt und dieses dann entsprechend kohlt.

Erster Theil. Cementstahldarstellung.

Cementstahlbildung.

95. Allgemeines. Beim Glühen von dünnen Eisenstäben in Kohlenpulver bei Kupferschmelzhitze (Safrangelbgluth) nehmen diese von Aussen nach Innen zu mit der Zeit des Glühens wachsende Kohlenstoffmengen auf, so dass wirklicher Stahl (Cement- oder Brennstahl)[1]) und auch Producte von der Zusammensetzung des Roheisens erfolgen können. Dabei geht anfangs die feinkörnige oder fadige Textur des Stabeisens in eine schuppige über, krystallinische Blättchen durchkreuzen sich nach den verschiedensten Richtungen und bei einer Volumvergrösserung nimmt das spec. Gew. (z. B. von 7.7604 bis zu 7.7118) ab. Mit fortschreitendem Processe werden die Blättchen immer kleiner und man pflegt den Process zu unterbrechen, wenn bei sehr feinkörnigem Gefüge und dunkler Farbe die Stäbe brüchig werden. Bei gutem Cementstahl zeigen dieselben ohne Veränderung ihrer ursprünglichen Gestalt sich fast gleichförmig mit zahlreichen kleinen Blasen überdeckt, daher der Name Blasenstahl für dieses Product.

1) Kerl, Met. 3, 686. B. u. h. Ztg. 1869, S. 154.

Der Cementstahl zeichnet sich vor Herd- und Puddelstahl dadurch aus, dass man ihm durch längeres oder kürzeres Cementiren sicherer eine bestimmte Härte geben und ihn besser nach dem Bruchansehen sortiren kann, weil im Stabeisen vorhandene Fehler bei der grobblätterigen Textur des Cementstahls leichter und schärfer hervortreten. Früher häufiger angewandt, ist derselbe zur Zeit vielfach durch den Puddel- und auch durch Bessemerstahl ersetzt, dagegen für gewisse Zwecke, z. B. feine Schneidinstrumente (Federn, Sägeblätter u. A.), unentbehrlich.

Theorie.

Die Aufnahme des Kohlenstoff[1]) von Aussen nach Innen findet theils durch Molekularwanderung[2]), theils durch kohlenstoffabgebende Dämpfe und Gase, namentlich durch Cyanverbindungen statt. Das Alkali der Holzkohle giebt mit dem in dem Cementirapparat vorhandenen Stickstoff der stets anwesenden Luft unter Einfluss der Glühhitze Cyankalium[3]), welches verdampft, auf der Eisenoberfläche eine dünne Schicht Kohleneisen bildet und bei deren Porosität immer tiefer ins Innere des Stabes eindringt. Mit der Zeit, wenn alles Alkali verdampft ist, verliert die Cementirkohle an kohlender Wirkung.[4]) Kohlenwasserstoff kohlt auch kräftig und kann sich aus frischer Holzkohle entwickeln, während durch Einwirkung der Luft auf Kohle gebildetes Kohlenoxydgas[5]) zur Kohlung des Eisens nur wenig beiträgt. Gase[6]) aus Cementirkästen enthielten nach Cailletet nach 60stündiger Erhitzung 37.76 H, 16.32 CO, 45.92 CO_2. Nach Jullien[7]) kohlt Graphit, also fester Kohlenstoff allein, das Eisen. Die Blasen entstehen wahrscheinlich durch Kohlenoxydgas, welches beim Zusammentreffen des eindringenden Kohlenstoffs mit den im Eisen enthaltenen Schlackenpartien entsteht und an die erweichte Oberfläche zwischen die Eisenfasern tritt. Nach Boussingault[8]) geht beim Cementiren nur ein sehr geringer Theil Eisen ins Cementirpulver über, ausser Kohlenstoff werden sehr geringe Mengen Silicium und Phosphor aufgenommen, der Schwefelgehalt des Eisens wird sehr erniedrigt, so dass der Cementstahl gewöhnlich nur Spuren davon enthält; der Mangangehalt erleidet nur eine sehr geringe Veränderung. Die besten aus Cementstahl hergestellten Gussstahlsorten des Handels enthalten fast nur Eisen und Kohlenstoff, sind fast vollständig schwefel- und phosphorfrei und führen kaum $^1/_{1000}$ Silicium oder Mangan.

Geschichtliches.

Die Cementstahlfabrikation wurde gegen Ende des 17. Jahrhundert den Engländern bekannt, angeblich durch einen Arbeiter aus der Grafschaft Mark; seit 1722 ist dieselbe in England bestimmt mit schwedischem Eisen ausgeführt. Deutschland und Frankreich blieben in der Entwicklung dieses Zweiges gegen England zurück. Erst seit 1830 hat die Fabrikation einen progressiven Charakter angenommen und ist 1852 in Oesterreich eingeführt.

96. Cementirmaterialien. Als solche kommen zur Verwendung:

Schmiedeeisen.

1. Schmiedeeisen[9]), möglichst rein, schlackenfrei und dicht in 52—58 mm. breiten und 13—20 mm. dicken Stäben.

Gehämmertes Herdfrischeisen ist gepuddeltem und gewalztem Eisen vorzuziehen. Im besonderen Rufe der Reinheit stehen schwedisches, russisches und steyer'sches Eisen. Auch hat man wohl Puddelstahl noch weiter cementirt.

Cementirpulver.

2. Cementirpulver[10]), am besten in Gestalt von kalireichen Laubholzkohlen, weniger von Nadelholzkohlen, in Stücken von 7—20 mm. Seiten-Grösse bei einem Verbrauch von etwa 27 kg. auf 100 kg. Eisen, welches 0.5—0.75 Proc. an Gewicht zunimmt.

---

1) Kerl, Met. 1, 86; 3, 688. B. u. h. Ztg. 1870, S. 334. Oest. Jahrb. 18, 120. 2) B. u. h. Ztg. 1868, S. 363. 3) B. u. h. Ztg. 1865, S. 307. 4) Kerpely, Fortschr. 2, 231. 5) B. u. h. Ztg. 1864, S. 234; 1865, S. 307. 6) Dingl. 176, 305. 7) Dingl. 176, 225. B. u. h. Ztg. 1866, S. 311. 8) B. u. h. Ztg. 1874, S. 267. 9) Kerl, Met. 3, 689. Kerpely, Fortschr. 8—10, 693. 10) Kerl, Met. 3, 691.

Frische Kohlen erfordern wegen zu heftiger Wirkung niedrigere Temperatur und deshalb zu lange Zeit, weshalb man sie zu $^1/_4$—$^1/_3$ mit alter Kohle versetzt, welche an cementirender Kraft verloren hat. Als die Kohlung befördernde Zuschläge sind unter Anderem empfohlen: Alkalien, Kalk, kohlensaurer Baryt, thierische Substanzen, Blutlaugensalz Leuchtgas [1]) ist als Cementationsmittel zu kostspielig (Vismara in Cremona kohlte 1824 Stabeisen durch Einlegen in die Retorten eines Oelgasapparates, Macintosh 1825 durch Steinkohlengas). Payne bettet das Eisen mit Pechpulver in eisernen Kästen ein.

Apparate.

97. Cementiröfen. [2]) Dieselben bestehen aus gewölbten Räumen, in welchen 1—3 Cementirkästen, welche Stabeisen und Cementirpulver enthalten, erhitzt werden. Am häufigsten wendet man zweikistige Oefen an, indem die gewöhnlichen einkistigen nur kleinere Productionen liefern, dreikistige zwar Brennmaterial ersparen, aber leicht ein ungleichartiges Product geben und auf die Unterlage stark drücken.

Tunner [3]) hat die Unterschiede zwischen englischen [4]), schwedischen, westphälischen und österreichischen Oefen hervorgehoben und eine zweikistige Construction für Braunkohlen mit Treppenrosten vorgeschlagen. Rittinger's [5]) einkistiger Ofen mit beweglichem Gewölbe und Holzfeuerung gestattet leichtere Arbeit, rascheres Abkühlen und Raumersparniss. Dodd [6]) hat einen continuirlich gehenden Ofen construirt.

Von wesentlichem Einfluss auf Kosten und Dauer der Cementation, sowie auf die Ofenconstruction ist die Beschaffenheit des Brennmaterials, am häufigsten Steinkohle (England, Westphalen) und gedarrtes Holz (Schweden, Reichenau u. s. w.), zuweilen Braunkohlen bei Treppenrosten (Steyermark) und Torf. Bei dem Streben nach Ersparung an Brennmaterial sind mit Vortheil Gichtgase [7]) und Ueberhitze von Puddelöfen [8]) verwandt. Auf 100 Stahl kommen etwa 75—90 Steinkohle, 160—210 Braunkohle (bei einkistigen Oefen selbst 400), 200—300 Torf oder 300—325 Fichtenscheitholz.

Fig. 199.



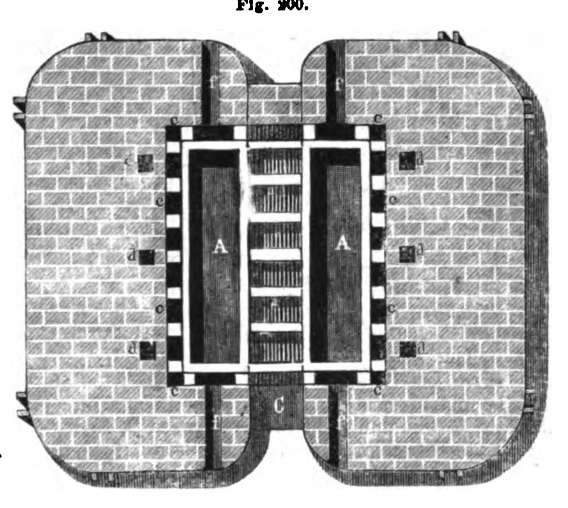
Beispl 1.

Ein zweikistiger Ofen mit Planrost hat nachstehende Construction (Fig. 199, 200). *A* Kästen aus Thon, Ziegeln oder feuerfesten Sandsteinplatten von 2.5—4.7 m. Länge, 0.68—0.94 m. Breite und 0.73—0.94 m. Höhe je nach der Länge der Eisenstangen, für 8000—9000 kg. Schmiedeeisen durchschn. 3.8 m. lang, 0.9 m.

1) B. u. h. Ztg. 1862, S. 119, 264. Dingl. 160, 215. 2) Kerl, Met. 3, 693. Oest. Ztschr. 1865, No. 25. Jordan, Cours de Métallurgie 1874, Taf. 136—138. 3) Oest. Jahrb. 1854, S. 119. 4) Dingl. 91, 445. 5) Itting. Erfahr. 1861, S. 36. 6) B. u. h. Ztg. 1856, S. 144. 7) B. u. h. Ztg. 1858, S. 119, Taf. 3; 1869, S. 172. 8) Ztschr. d. Oest. Ing.-Ver. 5. Febr. 1862.

hoch und 0.8 m. breit, seitlich und unterwärts durch Thonsteine gestützt; *a* Rost, von welchem aus die Flamme in drei Zügen (Pfeifen) *c* die Kisten umspielt und durch Füsse *d* in den Raum *B*, von hier in die Esse *e* entweicht. *b* Aschenfall. *C* Chargiröffnungen. *f* Schau- und Probiröffnungen.

Fig. 200.



98. Cementirverfahren. [1]) Das Cementiren erfordert nachstehende Operationen: Ausstreichen der Kistenfugen mit feuerfestem Thon, Ausbreiten einer 26—40 mm. hohen Schicht Thon oder Quarzsand auf der Sohle der Kisten, darauf an 60 mm. hoch Holzkohle, Beladen derselben mit abwechselnden Lagen von Cementirpulver von 7—14 mm. Höhe und Stabeisen in 2—4 mm. Zwischenraum bis zur Probestangenöffnung, Einlegen eines oder zweier kürzerer, aus letzterer hervorragenden Probestangen, Füllen der Kiste bis 105—156 mm. unter den Rand, zu oberst eine 52 mm. starke Lage Cementirpulver, Decke von Ziegelpflaster und Quarzsand, Thon, Schleifsteinabgang u. s. w., Verschliesen der Probestangen-, Aus- und Eintrageöffnungen, so wie des Mannloches (Dauer von 2 Tagen), Heizen des Ofens während etwa 24 St., wenn neu in 2 Tagen, zur Kupferschmelzhitze, Herausnehmen der ersten Probestange nach 170—180 St., Beobachtung ihrer Beschaffenheit im rohen und gehärteten Zustande, Holen der zweiten Probestange nach 12—14 St., wo dann ein fehlender Eisenkern das Ende anzeigt (nach 5—9 Tagen je nach dem begehrten Kohlenstoffgehalt des Stahles), dreitägiges Abkühlen bei verschlossenen Oeffnungen, Oeffnen der Spähelöcher und Anbringen eines Loches in der verlornen Mauer des Mannloches, Wegnehmen derselben am vierten Tage, Austragen am sechsten Tage während 1—2 Tagen; ganze Dauer 16—20 Tage bei etwa 17500 kg. Einsatz. Sorgfältige Sortirung [2]) des Stahles. Operationen.

Als Producte erfolgen: Producte.

a. Cementstahl von S. 394 angegebener Beschaffenheit, welcher entweder schweisswarm gemacht und direct unter Hämmern oder Walzen ausgereckt wird (z. B. für Federn, Feilen und andere ordinairere Waaren) oder für feinere Gegenstände (z. B. feine Schneidinstrumente) zur Raffination durch Gärben oder Umschmelzen kommt. Nach dem Rohmaterial unterscheidet man in Sheffield englischen, schwedischen und Danemorastahl. [3]) Cementstahl.

---

1) Kerl, Met. 3, 686, 697. B. u. h. Ztg. 1868, S. 228. 2) Kerpely, Fortschr. 8—10 699. 3) Kerpely, Fortschr. 8—10, 693 (Marken d. Stahlsorten).

Analysen von Cementstahl:

	a.	b.	c.	d.	e.	f.
Chem. geb. Kohlenstoff	0.416	1.87	0.627	1.20	1.24	1.48
Graphit	0.080		0.102	0.30	0.30	0.02
Silicium	—	0 10	0.030	—	—	—
Phosphor	—	—	0.000	—	—	—
Schwefel	—	—	0.005	—	—	—
Mangan	—	—	0.120	—	—	—
Stickstoff	—	—	—	0.016	—	0.016

a. Weicher C. von Elberfeld. b. Engl. C. c. C. von Sheffield. d. Ungehärtet gereckt, kalt gehämmert. e. Ungehärtet gereckt. f. Gehärtet.[1])

Cementirpulver. b. Cementpulver, wird mit frischem Pulver gemengt, meist zu unterst und zu oberst in den Kisten wieder verwandt.

Beispiele. Beispiele für zweikistige Oefen:

Yorkshire.[2]) Einsatz 17600 kg. bei 8—20 mm. dicken und 60—140 mm. breiten Eisenstangen. Brenndauer 5—9, durchschn. 7 Tage. 75 kg. Steinkohlen auf 100 kg. Stahl.

Donawitz bei Leoben. Einsatz 8400—8960 kg. Stabeisen von 65,5 mm. Breite und 33 mm. Dicke oder 39—40 mm. im Qu. in 18—25 Lagen, Branddauer 200 St., Abkühlung 200 St., Austragen 2 Tage, Zugang $^1/_2$—$^3/_4$ Proc., auf 100 Stahl 200 Braunkohlen; jährliche Production mit 6 Oefen 1,400,000 kg.

Schweden. Einsatz 12500—17000 kg., Brenndauer 9—10 Tage, 0.9 cbm. Holz auf 100 kg.

Eibiswald. Oefen von 3.766 m. Länge, 0.785 m. Breite und 0.785 m. Tiefe mit Treppenrost oder durch die Ueberhitze eines Puddelofens geheizt.

Zweiter Theil. **Kohlenstahldarstellung.**

Entstehung. **99. Allgemeines.** Durch Zusammenschmelzen von Stabeisen mit Kohle entstehen Producte verschiedener Art je nach der Qualität des Eisens und des Kohlungsmittels, den Mengenverhältnissen u. s. w. Im Allgemeinen ist dieser Fabrikationszweig ohne grosse Bedeutung.

Rohmaterialien. Die Rohmaterialien bestehen aus gewöhnlichem Schmiedeeisen (für Homogeneisen) oder aus sehr reinem Eisen von der Rennarbeit (zu Wootz- oder Damaststahl), die Kohle meist aus Holzkohle.

Als Kohlungsmittel sind auch empfohlen: Kohlenmangan (Mushet[3]), Heath[4])), Mangan gemeinschaftlich mit Salmiak und gelbes Blutlaugensalz (Farrar[5])), rothes Blutlaugensalz (Cowper[6])).

Schmelzapparate. Als Schmelzapparate dienen meistens Tiegelöfen, seltener Schachtöfen (Cupoloöfen) und Gefässöfen.

---

1) Dingl. 185, 134 (d—f). 2) B. u. h. Ztg. 1844, No. 15. Kerpely, Fortschr. 8—10, 693. 3) B. u. h. Ztg. 1860, S. 11. 4) Oest. Jahrb. 8, 157. Wagn. Jahresber. 1855, S. 17. 5) B. u. h. Ztg. 1860, S. 152; 1869, S. 166; 1870, S. 334. 6) B. u. h. Ztg. 1869, S. 179.

100. Tiegelschmelzen. Dasselbe dient zur Erzeugung von:

1. Ostindischem Gussstahl, Bombay-, Wootz-, Damascener oder Damaststahl. Man unterscheidet ächten oder natürlichen und künstlichen Damaststahl. Wootzstahl.

a. Aechter orientalischer Damaststahl.[1]) Herstellung von sehr reinem Renneisen aus Magneteisenstein in kleinen Oefchen[2]), Erhitzen kleiner Eisenbrocken von etwa $^1/_2$ kg. Gewicht mit Holzspänen und grünen Pflanzen in kleinen geschlossenen Tiegeln von 105 mm. Höhe, 52 mm. unterer und 78.5 mm. oberer Weite, deren 15—24 in einem Gebläseofen von 0.628 m. Höhe stehen, während 2—4 St. sehr heftig, Abkühlenlassen, Ausglühen der wegen hohen Kohlenstoffgehaltes nicht schweissbaren Stahlklumpen in einem Gebläseofen, wobei sie Kohlenstoff verlieren, Ausschmieden unter Hämmern, wobei in Folge der Ungleichförmigkeit in der Zusammensetzung geaderte Zeichnungen (Damast) hervortreten. Die ächten Damascenerklingen sollen dadurch gehärtet werden, dass man sie glühend an einem schnell gedrehten Rade befestigt. Die ausgezeichnete Qualität ist Folge der Reinheit des Eisens, weniger der nicht immer beobachteten Anwesenheit geringer Mengen von Aluminium, Wolfram, Chrom, Nickel, Mangan u. s. w. Aechter Damaststahl.

Ausser in obiger Weise wird von den Orientalen ächter Damaststahl[3]) dadurch hergestellt, dass man gehärtete alte Stahlwaaren (Sensen, Sicheln, Messerklingen, Stahlnägel, Stahldraht u. s. w.) zusammenschmiedet, wodurch sie ein geadertes Ansehen erhalten. Durch Abschweissen von Stahldraht in Ringeln und Abschleifen erfolgen Rosetten. Bei ächten Damascenerklingen werden die gravirten Figuren mit Gold und Silber gefüllt, bei unächten galvanisch versilberte Figuren hergestellt. Wohlgeruch erhalten die Gegenstände durch Glühendmachen und Bestreichen mit einer Solution von Ambra, Bisam und Zibeth.

Analysen:

	a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.	h.	i.	k.	l.	m.	n.	o.	p.
Chem.geb. Kohlenst.	1.281	0.980	1.125	0.857	0.990	1.089	1.800	1.300	0.776	1.131	1.500	1.336	0.867	1.333	0.0167
Graphit												0.312		0.312	0.0035
Silicium	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.500	0.600	0.043	0.136	0.045	0.0006
Mangan	0.248	Spr.	Spr.	Spr.	Spr.	0.070	0.140	Spr.	Spr.	—	—	—	—	—	—
Nickel	0.079	0.010	0.140	0.394	Spr.	0.070	0.160	0.210	—	—	—	—	—	—	—
Wolfram	0.052	—	Spr.	Spr.	Spr.	0.100	Spr.	Spr.	Spr.	—	—	—	—	—	—
Aluminium	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.055	—	—	—	0	0
Kupfer	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.300	—	—	—	—	—
Schwefel	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.014	0.175	—	0.002	0.181	Spr.
Arsen	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.136	—	—	0.037	0
Phosphor	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.009	—	Spr.

a u. b. Wootzkönig aus Constantinopel nach Luynes. c u. d. desgl. aus Persien. e. desgl. aus Aleppo. f. Ausgeschmiedeter orient. Damaststahl. g. Klinge eines indischen Dolches. h. Persische Klinge. i. Alte Damastklinge. k. Damaststahl von Slatoust. l. Wootz. m. Indischer Wootz nach Henry. n. Wootz nach Rammelsberg. o u. p. Indischer Wootz nach Boussingault.

b. Unächter Damaststahl.[4]) Derselbe wird (in Toledo am vollkommensten) hergestellt durch Zusammenschweissen von Stahl- Unächter Damaststahl.

1) Kerl, Met. 3, 702. B. u. h. Ztg. 1869, S. 153; 1870, S. 304; 1872, S. 158. Kerpely, Wien. Ausst.-Ber. 1873, S. 9. Kerpely, Fortschr. 7, 314, 369. 2) B. u. h. Ztg. 1863, S. 17. 3) Oest. Ztschr. 1865, No. 23. 4) Kerl, Met. 3, 703. Bgwfd. 5, 392. B. u. h. Ztg. 1869, S. 154 (Bréant). Bgwfd. 5, 391 (Hachette); 5, 160 (Mille); 9, 225 (Luynes). Oest. Ztschr. 1865, No. 23.

blechen, weissem und grauem Eisen, Drehen der Composition auf dem Schraubstocke wie Draht, Durchschneiden, Hämmern und wiederholtes Drehen, bis zuletzt eine äusserst harte und biegsame Masse entsteht, welche beim Beizen ein schön geflammtes Ansehen annimmt (Hachette, Mille).

Sonstige Methoden: nach Luynes Zusammenschmelzen von weichem Eisen mit Kohle, Wolfram, Nickel und Manganverbindungen; nach Oxland von Stahl mit $^1/_2$—25 Proc. Wolframmetall; nach Bréant von Stabeisen mit Lampenruss oder von Roheisen mit oxydirten Eisenfeilspänen.

Homogeneisen.

2. Homogeneisen.[1]) Unter diesem Namen begreift man ein auf verschiedene Weise zu erzeugendes kohlenstoffarmes (mit noch unter 0.3 Proc. Kohlenstoff), weiches, zähes, nicht härtbares Product, welches statt Eisenbleches zum Beschlagen der Schiffe, zu Dampfkesseln u. a. angewandt wird. Man stellt dasselbe dar durch Zusammenschmelzen von Roheisen mit $^1/_{150}$—$^1/_{140}$ Kohle[2]) (nach Chalut und Clouet, Muschet, Howel, Ténéor und Frichon, Vickers, Heath, Naylor)[3]), durch Zusammenschmelzen von Stabeisen mit Roheisen oder Gusstahlabfällen (oder Mischstahl), durch Puddeln von Roheisen bis zum Steigen und Umschmelzen des erfolgten Productes im Siemens-Martinofen (Gjers' Stahl[4])) oder im Bessemerofen u. s. w.

Wegen geringen Kohlenstoffgehaltes ist dieses Material gegen Unreinigkeiten, namentlich Phosphor, weniger empfindlich als kohlenstoffreicherer härtbarer Stahl. Man arbeitet deshalb beim Bessemern und Martiniren häufig auf die Entstehung eines solchen Homogeneisens hin.

Parry-Process.

101. Cupoloofenschmelzen. (Parryprocess). Dieses allerdings kostspielige Verfahren hat Parry[5]) zu Ebbwale angewandt, um ein unreineres Roheisen zum Bessemern geeignet zu machen. Schwefel- und phosphorhaltiges Roheisen wird im Puddelofen auf einem sehr basischen Schlackenherde in Frischeisen verwandelt und dieses in einem Cupoloofen von 3—4 m. Höhe und 0.5—0.6 m. Durchmesser mit Hämatitroheisen, Cokes und Kalkzuschlag auf Roheisen mit 2—3 Proc. Kohlenstoff verschmolzen, welches in eine Bessemerbirne abgelassen, verfrischt und mit Spiegeleisen rückgekohlt wird.

Man kann beim Umschmelzen auch Enden von Eisenstäben, Drehspäne u. s. w. zusetzen, sowie bei Anwendung reiner Materialien und passender Temperatur gleich Stahl erzeugen.

Gjers' Process.

102. Gefässofenschmelzen. Gjers[6]) taucht zerschnittene Puddelschienen, Puddel- oder Rohstahl, Stahl- und Stabeisenabfälle in ein Gemenge von etwa 100 Steinkohlentheer (statt dessen auch Rohpetroleum), 50 Eisenstein, 25 Braunstein und 25 gelöschten Kalk und lässt das getrocknete Gemenge in einer stehenden von Feuergasen umspielten Birne niedergehen in einen Flammofen. Etwas über dem Herdsumpf treten abwechselnd auf zwei entgegengesetzten Seiten Regenerativgase ein und es schmilzt ein mangan- und kohlereiches Product in den Herd.

1) B. u. h. Ztg. 1859, S. 303; 1861, S. 406; 1862, S. 411; 1863, S. 167; 1869, S. 53. 2) B. u. h. Ztg. 1863, S. 167; 1864, S. 284; 1870, S. 334. Berggeist 1859, No. 39. 3) Oest. Jahrb. 18, 129. Kerpely, Fortschr. 7, 374. 4) B. u. h. Ztg. 1870, S. 334. Oest. Jahrb. 18, 130. 5) Oest. Ztschr. 1868, No. 47. Dingl. 190, 110. Kerpely, Fortschr. 7, 374. 6) Dingl. 192, 406.

Dritter Theil. **Mischstahldarstellung.**

Begriff.

103. Allgemeines. Man versteht unter Mischstahl ein durch mischendes Schmelzen von Roh- und Schmiedeeisen in Tiegeln oder Flammöfen erzeugtes flüssiges, homogenes, in Formen zu giessendes Product; doch greift dieser Process zuweilen über ins Reactionsfrischen (S. 390) bei gleichzeitigem Zusatz von Eisenerzen, wobei aber Producte von minder sicherer Zusammensetzung entstehen; ferner in das Stahlkohlen (Homogeneisendarstellung), in den englischen Bessemerprocess (Zusatz von Spiegeleisen zu überblasenem Frischeisen) und in die Erzeugung von Hartguss (S. 46), welches Product auch wohl raffinirtes Gusseisen (Verdié's Metal mixte [1]) genannt wird. Namentlich geht die Geschichte des Reactionsfrischens [2]) und der Mischstahlerzeugung Hand in Hand.

Geschichtliches.

Réaumur (S. 391) erzeugte zuerst 1722 Mischstahl durch Eintauchen von weichem Eisen in flüssiges Roheisen, sowie durch Zusammenschmelzen von Eisenspänen mit Roheisen, deutete aber gleichzeitig auch auf die Ersetzung des Schmiedeeisens durch Eisenoxyd hin. Obersteiner [3]) führte den Process 1820 in Tiegeln aus; 1860 operirte Alexandre [4]) in grossen Tiegeln, Sudre [5]) 1860—1861 zu Montataire im gewöhnlichen Flammofen bei einer Schlackendecke (S. 392), aber bei schwierigem unökonomischen Betriebe, namentlich wegen Mangels an der erforderlichen Hitze. Durch Verbindung des Flammofens mit Siemens'scher Regenerativfeuerung seit 1865 überwand Martin [6]) alle Schwierigkeiten und verdrängte grossentheils das Tiegel- und gewöhnliche Flammofenschmelzen. [7])

Réaumurstahl.

104. Tiegelmischstahl [8]) (Réaumurstahl). Das Schmelzen der gehörig zerkleinten Materialien geschieht in Graphit- oder feuerfesten Thontiegeln von 15—20 kg. Inhalt in Zugöfen mit Cokes oder Holzkohlen unter einer Decke von Alkalisalzen und Braunstein. Fällt der Stahl zu hart aus, so giebt man bei der nächsten Schmelzung reiches Eisenerz zu, wenn zu weich, Kohle, Blutlaugensalz (Cowper [9])) u. s. w.

Beispiele.

Beschickungen nach Obersteiner: 17 Stabeisen und 7 bestes Spiegeleisen; nach Stengel für weichen Stahl 12.5 kg. schwedisches Stabeisen mit 0.25 Proc. Kohlenstoff und 1 kg. Spiegeleisen mit 5.6 Proc. Kohlenstoff, für harten Stahl resp. 12—12.5 und 4 kg.; zu Hirschwang für Maschinenstahl 24.75 kg. Streckeisenabfälle, 2.75 kg. strahlige Flossen und 2 g. Braunstein. — Einschmelzen von Stabeisen mit wenig Spiegeleisen zur Darstellung von Stahl für gröbere Werkzeuge, Maschinen, Bandagen, Axen u. s. w. (Westphalen, Steyermark und England [10])). Ellershausen schmilzt perpetuirlich in grossen Tiegeln bei Einsätzen von 500 kg. Roheisen, Schmiedeeisen und Eisenstein (S. 392).

Wesen des Processes.

105. Flammofenmischstahl (Martinstahl) [11]). Der in einem Zusammenschmelzen von Roh- und Stabeisen in Flammöfen mit

---

1) B. u. h. Ztg. 1870, S. 46. Knut-Styffe, Fortschr. im Eisenhüttenwes. 1868, S. 27. Turck's Hartguss in gekühlten Hohlformen: Oest. Ztschr. 1875, S. 174. 2) Oest. Jahrb. 18, 96. B. u. h. Ztg. 1869, S. 15. Karmarsch, Geschichte der Technologie S. 269. 3) Oest. Jahrb. 2, 211 (1842); 3, 309 (1853); 6, 106, 255 (1857); 8, 157 (1858). B. u. h. Ztg. 1859, S. 390. 4) Oest. Jahrb. 18, 97. 5) Ann. d. min. 6. sér. T. I, p. 221. Oest. Jahrb. 18, 102. 6) Oest. Jahrb. 18, 104. 7) B. u. h. Ztg. 1869, S. 268. 8) Kerl, Met. 3, 685. 9) B. u. h. Ztg. 1862, S. 255. 10) B. u. h. Ztg. 1870, S. 361. Denkbuch für d. Oest. Berg- u. Hüttenwesen 1873, S. 240. 11) B. u. h. Ztg. 1867, S. 295, 364; 1868, S. 120, 214, 314, 407; 1869, S. 112, 127, 269, 294, 379, 491; 1870, S. 361; 1871, S. 147; 1873, S. 121, 139, 308; 1874, S. 54, 166. Oest. Jahrb. 18, 104; 20. Kerpely, Fortschr. 4, 279; 5, 269; 7, 364. 8—10, 690.

Regenerativfeuerung bestehende Martinprocess (das Martiniren, Scrap-Process) theilt mit dem Bessemern den Vortheil, grosse Mengen Schmiedeeisen schmelzen zu können und einen Stahl von jedem Grade der Härte und Weichheit zu liefern, hat jedoch den Nachtheil, die theilweise Mitwirkung des kostspieligen Puddelprocesses zu erfordern, welche indess sich dadurch umgehen lässt, dass man nach Siemens' Verfahren direct aus Erzen dargestellten Eisenschwamm[1]) (S. 267) verwendet. Es wird danach die weitere Ausbildung des letzteren Processes nicht ohne grossen Einfluss auf die ökonomischen Erfolge des Martinirens sein. Man verbindet dasselbe häufig mit dem Bessemern, indem man die bei letzterem erfolgenden Abfälle[2]), namentlich Schienenenden, dabei verwerthet. Da nur eine unwesentliche Reinigung der Materialien beim Martiniren eintritt, so müssen dieselben zur Erzeugung guter Qualität, wie beim Bessemern, möglichst frei von Phosphor und Schwefel sein. Es lässt sich bei sehr guten Rohmaterialien mit geringerem Brennstoffaufwande ein dem Tiegelstahl gleichendes Product erzielen, aber es ist nur die Möglichkeit, nicht die Sicherheit des Erfolges eines solch guten Productes vorhanden, weil man beim Martiniren die chemische Wirkung der Flamme nicht jeder Zeit in der Gewalt hat. Zur Erzielung eines Stahles von bestimmtem Kohlenstoffgehalt lässt man auf das aus Schmiede- und Roheisen zusammengeschmolzene Metall eine oxydirende Flamme wirken oder setzt oxydirende Agentien (reine Eisenerze[3])) hinzu und unterwirft dann das kohlenstoffarme oder kohlenstofffreie Eisen einer Rückkohlung mittelst Spiegeleisens. Durch Wiederholung des Entkohlens und Rückkohlens mit Spiegeleisen lässt sich das Product verbessern. Soll ein weiches kohlenstoffarmes Product entstehen oder war das Roheisen phosphorhaltig, so setzt man aus ähnlichem Grunde, wie beim Bessemern (S. 366), statt Spiegeleisens Ferromangan[4]) (z. B. 2 Proc. mit 40—50 Proc. Mangan) zu.

Anwendbarkeit des Martinstahls. Der Martinstahl[5]), im Allgemeinen eine Mittelstufe zwischen Bessemer- und Tiegelgussstahl, wird besonders zu Faconguss verwandt, welcher, dichter als von Bessemerstahl, besonders zu Stücken sich eignet, die grosse Härte und Zähigkeit verbinden müssen (Walzen, Spindeln, Krauseln u. s. w.); doch kann der Process auch für kleinere Werke statt der Tiegelschmelzerei für gewisse Stahlsorten (gröbere Werkzeuge, Feilen, Bohrer, Meissel, auch Axen, Bandagen u. s. w.) vortheilhaft sein.

Martiniren oder Bessemern. Ueber den Werth des Martinirens im Vergleich zum Bessemern herrschen noch abweichende Ansichten. Zu Gunsten des ersteren[6]) wird angeführt: die Verwendbarkeit von weissem Roheisen, die Möglichkeit des genaueren Einhaltens einer verlangten Härtenummer wegen längerer Dauer des Processes, Regulirbarkeit des Schmelzens während des Betriebes durch Zuschläge, bessere Verwerthung der Abfallproducte, geringeres Anlagecapital und beliebige Erweiterung, die Zulässigkeit geringerer und grösserer Productionen u. s. w. Nach Anderen[7]) verdient der Bessemerprocess den Vorzug aus mechanischem und chemischem Gesichtspunkte, namentlich hinsichtlich des sichereren Erfolges und der Gleichmässig-

1) B. u. h. Ztg. 1874, S. 54, 143. 2) B. u. h. Ztg. 1869, S. 28; 1870, S. 361. 3) B. u. h. Ztg. 1868, S. 327. 4) B. u. h. Ztg. 1874, S. 393; 1875, S. 40. 5) Eigenschaften: Kerpely, Fortschr. 7, 367. 6) B. u. h. Ztg. 1868, S. 326; 1869, S. 123. Oest. Jahrb. Bd. 20. Frantz, Oberschles. Ztschr. 1874, No. 49. 7) B. u. h. Ztg. 1870, S. 23; 1871, S. 338; 1873, S. 140. Frantz, Oberschles. Ztschr. 1874, No. 50.

keit der Producte, weshalb man in England fast überall den Flammofen durch Converter ersetzt hat. Auf gleiche Productionen bezogen, differiren die Anlagekosten beider Apparate nicht sehr. Auf neueren Bessemerwerken nach amerikanischem Muster produciren zwei 5-Tons-Converter jährlich leicht 40—46000 Ton. Stahl, wozu 16 Martinöfen erforderlich wären, da immer eine gewisse Anzahl derselben in Reserve vorhanden sein muss. Der etwas höhere Abfall (etwa 2 Proc.) kommt weniger in Rücksicht, wenn man bedenkt, dass an 20 Proc. davon wieder beim Bessemern zugesetzt werden können.

Es dürften zur Zeit in Deutschland [1]) etwa 50 Martinöfen in currentem Betriebe sein, mit täglicher Productionsfähigkeit von etwa 200000 kg., wenn man nur den dritten Theil im Gange und pro Ofen 10000 kg. Stahl rechnet.

Als Rohmaterialien kommen zur Anwendung: **Rohmaterialien.**

1. Schmiedeeisen, meist in Abschnitten (Rohschienen, Luppen, alte Schienen) und Abfällen vom Walzwerksbetrieb, zuweilen als Eisenschwamm [2]) (Vickers et Sons in Sheffield, Dortmunder Union in Steele) oder Eisensau. **Schmiedeeisen.**

Das Schmiedeeisen wird entweder in besondern, gewöhnlich mit Regenerativfeuerung versehenen Vorwärmöfen oder auf Vorwärmherden [3]) zu beiden Seiten der Eintrageöffnung des Schmelzofens vorgewärmt.

2. Roheisen und zwar: **Roheisen.**

a. Graueisen, möglichst schwefel- und phosphorfrei, siliciumarm, dünneinschmelzend. Bei grösserem Phosphorgehalt muss der Process entsprechend abgeändert werden (S. 402). Es ist auch Weisseisen anwendbar.

Es ist empfohlen, unreines Eisen unter Zusatz von Glätte oder Braunstein und Salmiak zu feinen und in flüssigem Zustande in den Martinofen abzustechen [4]) oder nach Jones [5]) mit oxydirenden Zuschlägen (Hammerschlag, Braunstein), Kochsalz, Salmiak u. s. w. zu puddeln und dann im Martinofen mit Roheisen zu schmelzen.

b. Spiegeleisen oder Ferromangan zur Rückkohlung.

Ersteres wird in Mengen bis 50 Proc., meist nur 5—10 Proc., zu der fertig geschmolzene Masse vor dem Abstechen hinzugefügt, um nach Schöpfproben den gewünschten Grad der Kohlung hervorzubringen und den Mangangehalt reinigend wirken zu lassen (Sireuil, Landore, Bolton, Crewe, Dowlais, Westphalen). — Das rothglühende Ferromangan (z. B. 2 Proc. mit 40—50 Proc. Mn) wird mittelst Schaufel zugefügt und umgerührt, nachdem sich eine genommene Probe im Kalten biegsam gezeigt hat (Creusot).

3. Stahlabfälle, vom Bessemern und Martiniren (Abschnitte, Schienenenden, Gussschalen, Ausschussartikel u. s. w.). **Abfälle.**

Je nach der Höhe der Temperatur des Bades kann man mit den Stahlabfällen, welche bei Erzeugung derselben Stahlsorte sich neutral verhalten, auf das 10—12fache vom Roheisen steigen, ohne oder mit Schmiedeeisenzusatz, welcher dann noch den Stahlabfällen hinzugefügt wird.

4. Reine reiche Eisenerze, zu den S. 402 angegebenen Zwecken. **Eisenerze.**

Zuschläge von Bleiglätte hat man zum Flüssigermachen der Schlacke benutzt.

Zum Schmelzen dienen mit Regenerativfeuerung versehene Flammöfen, welche weit höhere Temperaturen geben, als gewöhnliche Flammöfen, aber mindere als Bessemerbirnen (S. 359). Die Oefen können sein: **Schmelzöfen.**

---

1) B. u. h. Ztg. 1874, S. 54. 2) B. u. h. Ztg. 1869, S. 451; 1873, S. 350. 3) B. u. h. Ztg. 1871, S. 297. 4) B. u. h. Ztg. 1873, S. 141. 5) B. u. h. Ztg. 1870, S. 244.

Siemens-Martinöfen. 1. **Flammöfen mit festem Herde**[1]) (Siemens-Martinöfen) von nachstehender Einrichtung (Fig. 201—203). A. Sandherd, durch

Fig. 201.

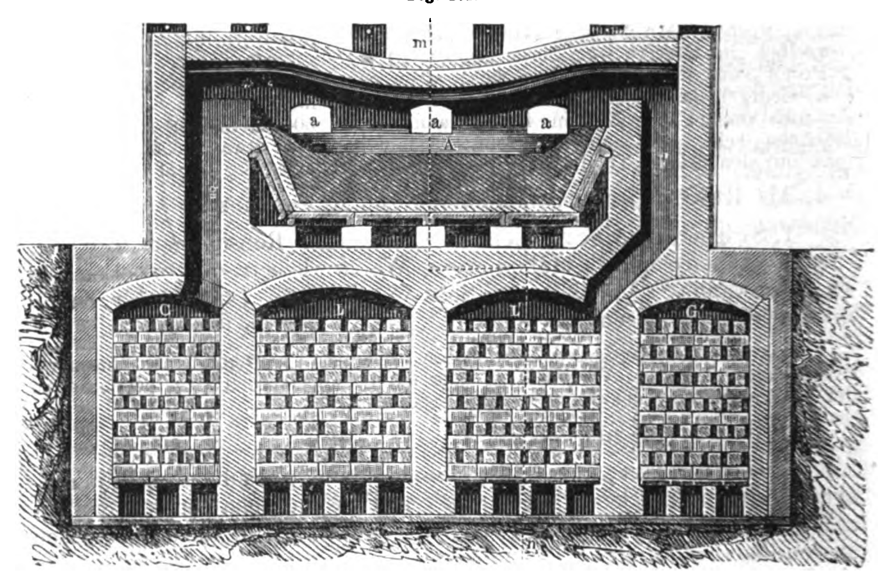
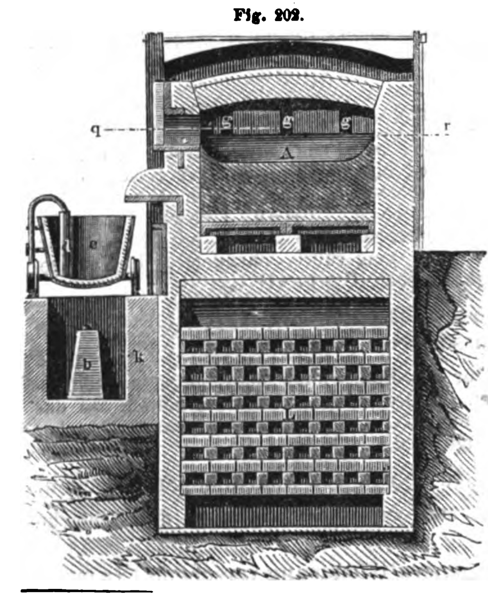


Fig. 202.



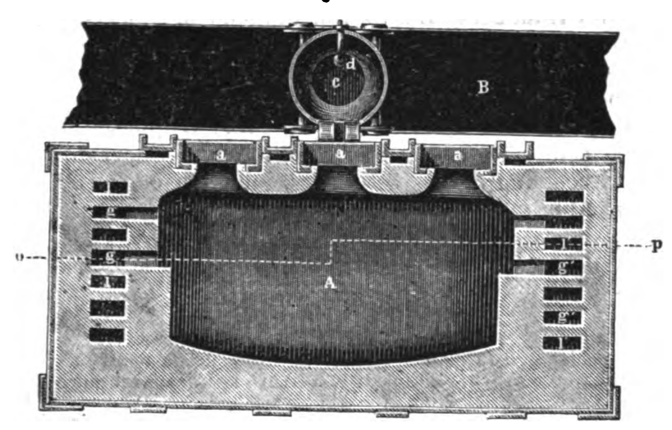
gsseiserne, wohl von unten zu kühlende Platten zusammengehalten, 4—5 m. lang, 1.5—3 m. breit und 0.8 bis 1.0 m. unter dem Gewölbe. *a* Arbeitsöffnungen. *L* und *L*¹ Luft-, *G* und *G*¹ Gasregeneratoren, mit den auf den Herd führenden entsprechenden Canälen *ll*¹ und *gg*¹ in Verbindung. *c* Giesspfanne, auf der Schienenbahn *B* über die Giessgrube *k* zu fahren und durch Aufziehen des Stopfens *d* in die Form *b* zu entleeren.

Der Ofen bedarf keines starken Gebläses, wie der Bessemerapparat, höchstens nur eines Ventilators zur Beschaffung von Unterwind für den Gasgenerator, bei feuchtem Brennmaterial (Munkfors, Lesjöförs) eines Lundinschen Condensators (S. 302). In

1) B. u. h. Ztg. 1869, S. 449, Taf. 18 (Sireuil); 1870, S. 361, Taf. 11 (England); 1870, S. 455 (Graz); 1871, S. 296 (Lesjöförs); 1873, S. 2, Taf. 3 (Dowlais); 1873, S. 122—217 (ganze Anlage nach Resch). Akerman, Wien. Ausst.-Ber. 1874, S. 102. Petzoldt, Erzeugung von Eisen- und Stahlschienen 1874, S. 36. Jordan, Cours de Métallurgie 1874, Taf. 135.

Graz bestehen die Ofenwände aus Dinassteinen, die Sohle aus Quarzsand bei Luftkühlung. — Die Oefen von **Dowlais** enthalten zu beiden Seiten einer

Fig. 203.



Arbeitsöffnung hervorstehende Nischen zum Vorwärmen des Schmiedeeisens und an der gegenüberstehenden Seite befinden sich 3 Arbeitsöffnungen. — Der Ofen zu **Sireuil** für 3000 kg. Einsatz hat eine 3 m. lange und 1.6 m. breite Herdsohle, Sandherd 0.15 m. dick, Abstand des Gewölbes von der Oberfläche des Bades 0.3 m. Rauminhalt jeder Regeneratorkammer 2 cbm. Längere Eisenstücke werden von der dem Stiche gegenüber gelegenen Seite aus Muffeln allmälig ins Eisenbad geschoben.

2. **Flammöfen mit Rotirherd.** **Pernot**[1]) hat unter seinem Rotirofen (S. 310) Regeneratoren angebracht und damit gegen gewöhnliche Martinöfen nachstehende Vortheile erreicht: Vermehrung der Tagesproduction fast um das Doppelte, was die Kosten für Löhne und erste Anlage fast um die Hälfte ermässigt, bedeutende Ersparung an Brennmaterial (10.06 frcs. auf 1000 kg. Ingots), grössere Dauer, Nichterforderniss des Vorerwärmens des Schmiedeeisens, Erfolg eines homogeneren Productes, Gestattung eines grösseren Roheisenzusatzes, da neben dem Schmelzen ein Frischen stattfindet u. A. **Rotiröfen.**

Der Process erfordert im Martinofen nachstehende Operationen[2]): Einschmelzen des vorgewärmten Roheisens (200—1200 kg., und zwar relativ um so mehr, je mehr Schmiedeeisen und je weniger Stahlabgänge zu verwenden sind) bei geschlossenen Arbeitsthüren, Durchrühren der Masse zur Verhütung von Herdansätzen, Abziehen der Schlacke (welche zu Firminy beispielsweise 64.33 Kieselsäure, 8.66 Thonerde, 3 Kalkerde, 21.89 Eisen und 2.74 Mangan enthielt), Zusatz von glühenden Stahlabfällen, dann erst des glühenden Schmiedeeisens (etwa alle halbe Stunden in Partien von 50—200 kg. unter jedesmaligem Umrühren und Schlackenabziehen), Einwirkenlassen einer oxydirenden Flamme (je weniger die eisenreiche Schlacke vom Metallbade entfernt und je öfter sie mit dem Eisen umgerührt wird, um so stärkere **Schmelzgang.**

1) Ann. d. min. 4. livr. de 1874, p. 65 (m. Abbildg.). **Stummer's** Ingenieur 1875 No. 58 (m. Abbildg.). B. u. h. Ztg. 1874, S. 470. 2) B. u. h. Ztg. 1871, S. 296; 1873, S. 122, 139. Beschickungsverhältnisse für verschiedene Verwondungszwecke: B. u. h. Ztg. 1867, S. 298, 333, 342; 1873, S. 148.

Entkohlung findet statt), Nehmen von Schöpfproben zur Erkennung des Entkohlungsgrades nach Härte und Qualität (Eingiessen der Löffelprobe in eine kleine Coquille, Auswalzen oder Schmieden des Zaines, Härten und Zerbrechen oder Untersuchung auf Härte und Dehnbarkeit mittelst des Hammers), Zusatz von glühendem Spiegeleisen (5—10 Proc.) oder von Ferromangan (2—3 Proc.), wenn der richtige Zeitpunkt eingetreten ist, Einschmelzen, Umrühren und Abstechen des Stahles ähnlich wie beim Bessemern. Chargengrösse 1000—10000, durchschn. 1500—5000 kg. (z. B. Stabeisen mit 25 Proc. Graueisen und 5 Proc. Spiegeleisen), Zeitdauer 7—10 St., gewöhnlich 3 Chargen in 24 St., auf 100 kg. Erzeugung 100—130 kg. Steinkohlen oder 150—160 kg. Braunkohlen, Abbrand 6—10 Proc., Abfall 2—3 Proc.

Beispiele. Dowlais.[1]) Beschickung: 15 graues Bessemerroheisen, 20 Converterrückstände (Scrap), 70 Schienenenden und 9 Spiegeleisen. 2 Chargen à 5075 kg. in 24 St. Abgang 14 Proc. Analysen:

	C	Si	S	P	Mn	Cu	Fe
Ingot .	0.40	0.01	0.04	0.05	0.40	0.02	99.08
Schiene	0.45	0.02	0.04	0.05	0.45	0.02	98.97

Schweden.[2]) Lesjöförs: Einsatz 850—1215 kg., Holzverbrauch 0.62—0.75 cbm. pro 100 kg. Stahl mit 0.10—1.6 Proc. Kohlenstoff, Abgang 8 Proc. — Tschilafors: bei einem Lundinofen mit Gasgenerator und Condensator Beschickung: 60 Proc. Roheisen und 40 Proc. Schmiedeeisen oder 50 : 50 oder 40 : 60, letzteres Verhältniss am häufigsten; Abgang 10 Proc.

Sclessin[3]): Einschmelzen von 600—800 kg. reinem Roheisen, Zusatz von 200—250 kg. Puddelluppen, altem Eisen, Stahlabfällen und dgl., später Spiegeleisen. Dauer 10—12 St., Production je nach der Ofengrösse bis 5000 kg. Stahl in Blöcken.

Neuberg-Mariazeller-Gesellschaft.[4]) Chargen von durchschnittlich 8360 kg. aus 25 Proc. grauem Roheisen zum ersten Einschmelzen, 70 Proc. Stabeisen und Stahlabfälle zum Nachschmelzen und 5 Proc. Spiegeleisen zum Nachkohlen, monatlich 60—70 Chargen. Verlust 5—15 Proc., durchschnittlich 8 Proc., darunter 1—2 Proc. Abfälle. Auf 100 kg. Gussblöcke kommen 80—100 kg. gute Schwarzkohle oder 140—160 kg. gute Braunkohle. Das Product zeichnet sich vor Bessemerstahl weder durch Gleichartigkeit, noch Verlässlichkeit hinsichtlich eines bestimmten Härtegrades, noch durch Billigkeit in den Manipulationskosten aus und wird wie dieser hauptsächlich zu Rails und Tyres, auch als Sensenstahl benutzt. Muster von Neuberg enthielten:

C	Si	S	P	Mn	Cu	Co, Ni
0.687	0.046	0.008	0.036	0.404	0.119	—
0.303	0.010	0.006	0.045	0.290	0.075	0.030
0.165	0.023	0.013	0.062	0.044	0.076	—

Borsigwerk[5]) in Oberschlesien. Verpuddeln von manganhaltigem Roheisen und Schmelzen der Rohschienen daraus mit Roheisen auf Stahl.

New-Jersey-Stahl-Comp.[6]) Der erzeugte Stahl eignet sich trotz seines grösseren Phosphorgehaltes vollständig für die Darstellung von Kesselblech, weil er arm an schädlichen fremden Stoffen und auch arm an Kohlenstoff ist (S. 402), wie nachstehende Analysen zeigen:

C	Si	S	P	Mn
0.160	0.174	0.003	0.153	0.144
0.120	0.015	0.008	0.113	0.058
0.120	0.025	0.007	0.275	0 072
0.125	—	—	0.314	—
0.120	0.052	—	0.272	—

1) Petzoldt, Erzeugung von Eisen- u. Stahlschienen, 1874. B. u. h. Ztg. 1878, S. 130. 2) B. u. h. Ztg. 1871, S. 296; 1874, S. 309. Kerpely, Wien. Ausst.-Ber. S. 208. 3) B. u. h. Ztg. 1873, S. 308. 4) B. u. h. Ztg. 1873, S. 338. Denkbuch des öster. Berg- u. Hüttenwes. 1873, S. 246. 5) B. u. h. Ztg. 1874, S. 235. 6) B. u. h. Ztg. 1874, S. 347.

4. Abschnitt.

Raffination, Formgebung und Verfeinerung von Schmiedeeisen und Stahl.

106. Allgemeines. Die bei den vorhergehenden Processen in fester Gestalt erhaltenen Producte (Schmiedeeisen, Rohstahl in Form von Herd-, Puddel- und Cementstahl) erfordern, um sie hinsichtlich ihres Kohlenstoffgehaltes homogener zu machen oder mechanisch eingeschlossene Unreinigkeiten, namentlich Schlackentheile zu entfernen, noch eine Raffination, welche bei den kohlenstoffreicheren, leichter schmelzbaren Producten (Stahl) in einem Umschmelzen (Gussstahlerzeugung), bei den kohlenstoffärmern strengflüssigeren aber in einem Bearbeiten in teigartigem Zustande (Schweissen des Eisens) bestehen kann, welchem letztern aber auch zuweilen kohlenstoffreichere Producte unterworfen werden (Stahlgärben). Diesen Operationen schliesst sich die Formgebung durch Giessen flüssiger Massen in Formen oder Bearbeiten schweissbarer unter Hämmern, Pressen, Walzen und Drahtzügen an, insofern es nicht gleich zulässig ist, die durch Zängen von Schlacke (S. 351) und durch Dichten von Blasenräumen (S. 386) befreiten Carburete in die im Handel begehrte Form zu bringen. Nach der Formgebung erhalten manche Producte noch eine Verfeinerung auf mechanischem oder chemischem Wege, um sie gegen das Rosten zu schützen (Ueberziehen mit Metallen, wie Zinn, Zink, Kupfer u. s. w., Brüniren u. s. w.), zur Veränderung der Eigenschaften (Härten und Anlassen des Stahles), zur Verschönerung der Oberfläche (Vergolden, Versilbern, Graviren, Aetzen u. s. w.). Umfang.

Erster Theil. Raffination von Schmiedeeisen und Stahl.

107. Gussstahlschmelzen.[1]) Dieses, von Huntsmann in Sheffield 1740 zuerst ausgeführte Verfahren besteht in einem Umschmelzen von Rohstahl in Tiegeln, daher Tiegelgussstahl (Flammöfen[2]) ohne Tiegel bei schützender Schlackendecke haben sich nicht bewährt), und vermag je nach der Qualität des angewandten Rohmaterials den allerdings theuersten, aber auch feinsten Instrumenten- und Werkzeugstahl zu liefern, welcher grosse Härte mit bedeutender Festigkeit verbindet. Bei dem Schmelzen in bedekten Tiegeln bleibt der ursprüngliche Kohlenstoffgehalt des Roh- Anwendbarkeit.

1) Kerl, Met. 3, 709. B. u. h. Ztg. 1867, S. 265; 1869, S. 15, 37, 75, 164; 1870, S. 361. Russische Kanonengiessereien: Tunner, Russl. Montanindustr. S. 159. Kerpely, Fortschr. Bd. 1—7. (Geschichtl. Bd. 6, S. 250). 2) Kerl, Met. 3, 712, 730, 748.

stahls unverändert und es lassen sich Zusätze geben, welche die sichere Erzeugung von Stahlsorten von ganz bestimmten Härtegraden und eine Verbesserung der Stahlqualität gestatten.

Rohmaterialien. Als Rohmaterialien kommen zur Verwendung:

Rohstahl. 1. Cement- und Herdfrischstahl für die besten Sorten Instrumenten- und Werkzeugstahl, Puddelstahl hauptsächlich für Massengussstahl (Axen, Radreifen, Kanonen u. s. w.), aber auch zu Werkzeugen, Bessemerstahl zu Kanonen und sonstigem Massenguss, zuweilen auch Glühstahl (durch anhaltendes Glühen von Roheisen in Eisenoxyd dargestellt), z. B. in Steyermark (S. 275).

Cementstahl, billiger als Herdfrischstahl[1]) und leichter zu sortiren, hat wegen seines beliebig zu regulirenden Kohlenstoffgehaltes vor letzterem Vorzüge und bedarf keiner zur Erzielung verschiedener Härten dienenden Zuschläge (engl. Huntsmanstahl[2]) aus cementirtem schwedischen Stabeisen). Die gehärteten Stahlstangen von etwa 20 mm. im Qu. werden in 210—260 mm. lange Stücke zerschlagen, nach Bruch- und Oberflächenansehen sortirt und die sortirten Stäbchen weiter in 20—80 mm. lange Stückchen behuf des Umschmelzens zerschlagen.

Zweck. 2. Zuschläge (Physik gen.). Dieselben sollen entweder den Stahl weicher (Schmiedeeisen und Oxyde, nach Talabot und Stirling[3]) z. B. Eisen-, Zink-, Manganoxyd) oder wohl bei gleichzeitiger Reinigung härter machen (Holzkohlenstückchen, Blutlaugenzalz und weisses Roheisen, zuweilen Wolfram[4]) (S. 23), Titan (S. 23), Mangan[5]) (S. 20), Nickel (S. 22), Silber[6]), Aluminium (S. 24), Chrom[7]) (S. 23), welche, ohne Erhöhung des Kohlenstoffgehaltes den Stahl feinkörniger, härter und durch Reinigung auch wohl fester machen sollen, ohne jedoch immer in ihrer Wirkung gehörig gekannt zu sein) oder die Flüssigkeit der die Einwirkung der Luft behindernden Schlacke (Braunstein und Alkalien, welche aber die Tiegel stark angreifen) oder die Dichtigkeit erhöhen (Spiegeleisen).

Von diesen Mitteln kommen am häufigsten Schmiedeeisen, Holzkohlen (z. B. zur Darstellung eines sehr harten unschweissbaren Stahles für Messerarbeiten zur Sollingerhütte), neuerdings auch Wolfram in Anwendung (Wolframstahl, Mushet's Specialstahl[8]), letzteres z. B. in England mit 9.3 Proc. Wolfram, 1.5 Proc. Mangan und 0.7 Proc. Silicium auf Clyde Steel and Iron Works in Sheffield und zu Bochum als Material für Drehstähle zu Walzen u. s. w. und zu Magneten, indem Wolframstahl den Magnetismus[9]) länger anhält (z. B. Stahl mit etwa 2 Proc. Wolfram und 0.4 Proc. Kohlenstoff) als wolframfreier. Wegen Leichtoxydirbarkeit des Wolframs hat sich Wolframstahl vielfach nicht bewährt. Biermann[10]) stellt ein dem Gussstahl zuzusetzendes wolframreiches Eisen her durch Mengen von 5—50 Proc. Wolframsäure mit reinen Drehspänen von grauem Roheisen (bei über 20 Proc. Wolframsäure ist ein Zusatz von 10 Proc. des Gewichtes derselben Kohlenpulver erforderlich), Bedecken eines Tiegels 50 mm. hoch mit Kohlenpulver, Einstampfen des obigen Gemenges, Bedecken mit Kohlenpulver und 50 mm. hoch mit grünem Bouteillenglas, Pressen der Masse, Schmelzen im bedeckten Tiegel, Umrühren, Ausgiessen der Legirung mit 20—50 Proc. Wolfram in angewärmte gusseiserne Formen. In ähnlicher Weise werden Legirungen mit $1^{1}/_{2}$—6 Proc. Mangan dargestellt. Neuerdings sind derartige Legirungen auch im Cupoloofen (S. 366) und Siemensofen (S. 366) dargestellt. Salmiak soll das Ablösen der Rostkruste nach dem Härten befördern (bei Sheffielder Sägen- und Messerstahl).

---

1) Kerl, Met. 3, 600. 2) B. u. h. Ztg. 1864, S. 275. Kerpely, Fortschr. 8—10, 693, 699. 3) Dingl. 132, 201. 4) Wagn. Jahresber. 1873, S. 91. B. u. h. Ztg. 1863, S. 115 (Analysen). Kerpely, Fortschr. 8—10, 700. 5) Kerl, Met. 3, 763. 6) B. u. h. Ztg. 1869, S. 164 (sog. Silberstahl v. Miller in St. Egydi in Steyermark). 7) Wagn. Jahresber. 1873, S. 90. Deutsch. Engineering, 1874, Vol. 2, No. 16, p. 187. Oest. Ztschr. 1875, S. 155. 8) B. u. h. Ztg. 1872, S. 311, 346; 1873, S. 123, 142. 9) B. u. h. Ztg. 1869, S. 53. 10) B. u. h. Ztg. 1874, S. 347.

Schmelzöfen.

Die Tiegelschmelzöfen[1]) und damit die Anzahl der darin aufzustellenden Tiegel weichen hauptsächlich nach der zu wählenden Befeuerungsmethode ab (Windöfen für Glühefeuer und Flammöfen für Flammfeuer). Wegen hervorzubringender sehr hoher Temperaturen (1800—1900° C.) müssen Tiegel und Ofenbaumaterial aus sehr feuerfestem Material bestehen.

Geschichtliches.

In England[2]) anfangs Cokesfeuerung bei 1 Tiegel, bis 1830 in Frankreich bei 2 Tiegeln üblich, 1840 Holzkohlenfeuerung in Oesterreich[3]) bei grösserer Tiegelzahl, Unterwind und Benutzung der Ueberhitze, 1851 Steinkohlenfeuerung in Frankreich in Flammöfen mit bis 10 Tiegeln, neuerdings Siemens'sche Regenerativgasfeuerung mit bis 20 Tiegeln. Flammöfen ohne Tiegel bei schützender Schlackendecke haben sich im Allgemeinen wegen Mangels an Temperatur und Veränderlichkeit des Stahles nicht bewährt[4]); neuerdings hat v. Carnap[5]) wieder begonnen, Stahl in Quanten von 900 kg. unter Glasdecke in einem Flammofen mit Unterwind zu schmelzen.

Brennstoffverbrauch.

Nach Siemens müsste der Theorie nach 1 Thl. Cokes 18 Thle. Roheisen schmelzen, in Wirklichkeit beträgt das Verhältniss 3 : 1 im Windofen, so dass nur $^1/_{54}$ der erzeugten Hitze nutzbar wird. Die Regenerativöfen erfordern nur 1 bis 1.5 Thle. Steinkohle oder 2—4 Thle. Braunkohlen auf 1 Thl. Stahl bei weit längerer Tiegeldauer (8malige Verwendung gegen höchstens 4malige im Windofen). Durch Unachtsamkeit können leicht Kohlenstückchen in die Tiegel gelangen.

Dimensionen.

1. Windöfen (Tiegelgefässöfen). Dieselben sind am häufigsten zweitiegelige Zugcokesöfen, im Querschnitt quadratisch, oblong oder elliptisch[6]), nach oben etwas zusammengezogen, 0.8—1 m. hoch, für 1 Tiegel etwa 0.4 m. lang und breit, für 2 Tiegel resp. 0.42 und 0.55, für 4 Tiegel resp. 0.55 und 0.55—0.60 m. bei elliptischer Gestalt. Schornsteinhöhe 10—18 m. bei 0.4 m. Seite; Breite, Länge und Höhe des Fuchses resp. 0.25, 1—1.2 und 0.22 m., Aschenfall 2—3 m. hoch.

Modificationen.

Viertiegelige Oefen gestatten zwar eine Brennstoffersparung, bei der ungleichmässigeren Verbrennung ist aber ein geübteres Personal erforderlich. Unterwind[7]) trägt zur Erhöhung der Temperatur bei, der Rost schlackt sich dann aber bei Cokes leichter und ungleichmässiger zu und es entstehen in der Schlacke düsenartig wirkende Röhren, welche den Windstrom gegen die davon sehr leidenden Tiegel führen; bei Holzkohlen ist Unterwind sehr förderlich. Die Benutzung der Ueberhitze, z. B. zur Dampferzeugung (Jackson's Ofen[8])), zum Einleiten in einen Generator des Ekman'schen Schweissofens (Melling's Verfahren[9])) gewährt zwar eine Brennstoffersparung, aber der Zug kann leiden.

Beispiele.

Zweitiegeliger Cokes-Windofen, von ähnlicher Einrichtung, wie die Windöfen zum Umschmelzen des Roheisens (Fig. 119, S. 219), nur ist der Schacht nach oben etwas zusammengezogen und der aus feuerfesten, mit Bandeisen zusammengehaltenen Steinen bestehende Deckel lässt sich in horizontaler Richtung auf der Ofenmündung verschieben. Der Ofenschacht liegt meist unter der Hüttensohle und ist z. B. 0.941 m. hoch, 0.628 laug und breit; Rost aus 5—6 Traillen und mehr; Aschenfall 2 m. tief; Fuchs 0.21 m. breit und 0.16—0.18 m. hoch. Esse 18 m. hoch und 0.32 m. weit, mittelst eines an einer Zugstange befestigten Tempers an der Mündung mehr oder weniger zu schliessen.

Verschiedene Constructionen.

2. Flammöfen für rohe und gasförmige Brennmaterialien. Von rohen Brennmaterialien kommen nur gute Steinkohlen zur Verwendung, Braunkohlen und Holz geben zu geringe Hitze. Die Tiegel stehen entweder auf einem durchbrochenen Gewölbe oberhalb der

1) Kerl, Met. 3, 724. B. u. h. Ztg. 1868, S. 228. Tunner, Russl. Montanindustr. S. 167, Taf. 5, Fig. 4. Kerpely, Fortschr. 4, 276, 278. 2) Dingl. 92, 23. Percy, Metallurgy, 2, 831. 3) Kerl, Met. 3, 721. 4) Kerl, Met. 3, 712, 730, 748. 5) B. u. h. Ztg. 1872, S. 47. 6) B. u. h. Ztg. 1862, S. 248. 7) B. u. h. Ztg. 1867, S. 365. 8) Hartmann, Fortschr. 1, 455. 9) B. u. h. Ztg. 1868, S. 233 (Abbldg.).

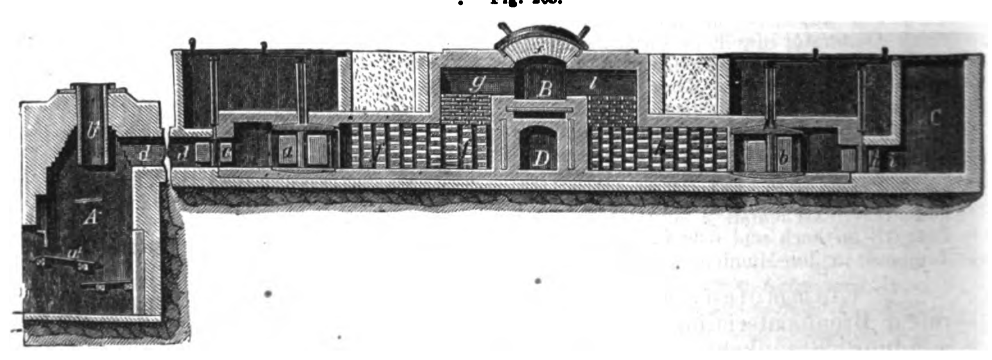
Rostfeuerung (Ofen von Jackson)[1]) oder seitlich davon (Oefen von Clouet, Jullien, Bouché und Ballefin, sowie von Jackson)[2]), bald unter (Assailly), bald über der Hüttensohle (Bochum). Nachdem in Frankreich gewöhnliche Generatorgase[3]) mit nicht erwünschtem Erfolge verwandt worden, ist von Siemens seit 1856 die Regenerativfeuerung mit bestem Erfolge zur Geltung gebracht. Dieselbe begünstigt die starke Erhitzung einer grösseren Anzahl von Tiegeln (bis 20) mit gegen sonst sehr ermässigtem Brennstoffaufwande (S. 409).

Beispiele. Jackson's Ofen mit directer Steinkohlenfeuerung (Fig. 204). *a* gemeinschaftlicher Rost für 2 Herde, auf denen die Tiegel *b* stehen. *c* Füchse, zu Dampfkesseln, dann zur Esse führend. *d* Deckel. *e* Unterwindrohr. Höhe des Ofens 1.65 m.

Fig. 204.

Siemens'scher Regenerativofen[4]) (Fig. 205, 206). *A* Gasgenerator mit Rost a^1 und Füllrohr b^1. *d* Gasableitungscanal. *c* Absperrventil.[5]) *a* Wechselklappe, bei deren in der Figur gewählten Stellung die Gase in den Raum *e*, dann durch die glühenden Steine der Regeneratorkammer *f* und zuletzt über die Feuerbrücke *g* vorn in den durch einen beweglichen Deckel *s* zu schliessenden Schmelzraum *D*, in welchem in 2 Reihen die Gussstahltiegel stehen, ziehen. *C* Raum zum Eintritt der Verbrennungsluft durch ein Gitter auf der Hüttensohle, welche beim geöffneten Absperrventil *h* durch *i* an der Wechselklappe *b* vorbei nach *x* strömt, im heissen Regenerator *k* in die Höhe zieht, über die Feuerbrücke *l* tritt und sich hier mit den von *g* kommenden Gasen mischt. Die entstehende Flamme durchstreicht den Herd *B* seiner Länge nach, theilt sich an dessen Ende, ein Theil der Feuergase zieht durch *y*, *m*, *n* und *o* in den zur Esse führenden Hauptcanal *D* und erhitzt hierbei den Regenerator *m*, während auf der anderen Seite die Feuerluft zum gleichen Zwecke den Lauf durch *z*, *p*, *q* und *r* nach *D* nimmt. Nach Abkühlung der Regeneratoren *f* und *k* und Erhitzen von *p* und *m* stellt man die Wechselklappen *a* und *b* um, worauf Gas und Luft behuf ihrer Erhitzung den entgegengesetzten Lauf nehmen.

Fig. 205.

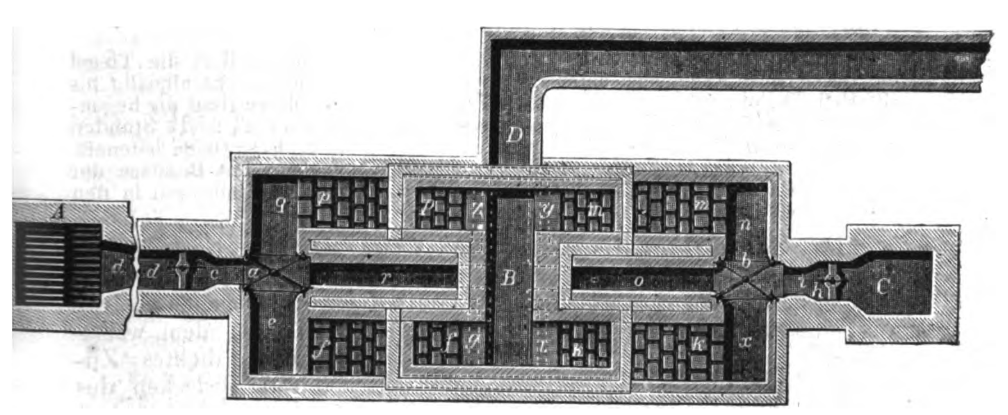


Bei anderen Constructionen liegen die Regeneratoren ähnlich wie in Siemens-Martinöfen (S. 404). Lundin's Condensator wirkt auf die Dauer der

1) Kerl, Met. 3, 729 (Abbldg.). 2) Kerl, Met. 3, 728 (Abbldg.). 3) Kerl, Met. 3, 722, 729. 4) Jordan, Cours de Metallurgie 1874, Taf. 138. Knut-Styffe, Pariser Ausst.-Ber. S. 20, Taf. 2, Fig. 1, 2. Kerpely, Fortschr. 4, 277. 5) Die Ventile *c* und *h* sind in der Zeichnung irrthümlich als geschlossen dargestellt.

Schmelztiegel günstig. Ponsard[1]) hat nach seinem continuirlichen Principe (S. 304) einen Regenerativofen mit Vorwärmherd für die Tiegel construirt.

Fig. 206.



Schmelztiegel.

Fig. 207.

Die Tiegel[2]) (Fig. 207) werden aus möglichst feuerfestem Thon unter Zusatz von Chamotte, Holzkohlen- oder Cokesklein oder Graphit (z. B. 88 Thon, 8 Chamotte und 4 Proc. Cokes oder 44 Graphit, 44 Chamotte und 12 Thon; 10 Chamotte, 10 Graphit, 15 Asbest, 3 Quarz und 22 feuerfester Thon) in eisernen oder messingnen Formen (Nonnen) durch Eindrücken eines Stempels (Mönch) mit Hand auf der Töpferscheibe (Reichenau) oder mittelst maschineller Vorrichtung (Druckschraube) hergestellt.

Letztere wird durch eine Druckschraube mit langsamem Niedergange und schnellem Aufgange gebildet, unter welcher eine excentrisch aufgestellte Scheibe mit 6 darauf stehenden Formen langsam rotirt und bei einem Umgange sechs Tiegel fertig liefert, indem gleichzeitig eine Form gereinigt und eingeölt, die zweite gefüllt, in der dritten der Tiegel gepresst, in der vierten eine Verjüngung desselben am oberen Ende vorgenommen (wodurch die Tiegel behuf des Anfassens mit der Zange haltbarer werden, weniger Raum einnehmen und das Brennmaterial besser herabgleiten lassen), in der fünften der Tiegel geputzt und die sechste entleert wird. Deckel und Untersätze (Käse) von 7—8 cm. Höhe werden in gusseisernen Formen geschlagen und getrocknet; die Deckel erhalten eine Probeöffnung. Es sind auch Kalktiegel[3]) und Magnesiatiegel[4]) empfohlen.

Die Tiegel erhalten 16.6—26.2 cm. Weite, 36.6—68.0 cm. Höhe, 2.6—3.3 cm. Stärke am Boden und 1.96—2.6 cm. an den Wänden und sind gewöhnlich für 12.5—15 kg., zuweilen bis 45 kg. Einsatz berechnet.

Ein Tiegel von 12.5—15 kg. Capacität ist 40—42 cm. hoch, hat oben 16 bis 18 cm., in der Mitte 25—26 und unten 17—18 cm. äusseren Durchmesser.

Die Tiegel werden nach mehrmonatlichem allmäligen Austrocknen an der Luft in einem mässig erwärmten Raume getrocknet,

1) Kerpely, Wien. Ausst.-Ber. S. 206, Taf. 3, Fig. 17. 2) Kerl, Met. 3, 731. B. u. h. Ztg. 1864, S. 276; 1867, S. 165 (Thonknetmaschine), 265, 298; 1868, S. 170; 1872, S. 364. Kerpely, Fortschr. 8—10, 701. 3) Kerpely, Fortschr. 4, 275. 4) Kerpely, Fortschr. 5, 265.

in demselben der Wärmequelle allmälig genähert und so weit angetempert, dass sie beim Einbringen in den weissglühenden Ofen nicht springen, oder sie werden in besondern Temperöfen durch Glühe- oder Flammenfeuer angewärmt.

Die Glühöfen sind Zug- oder Windöfen, auf deren Rost die Tiegel mit dem offenen Ende nach unten zwischen Kohlen während 4—6 St. allmälig bis zur Hellrothgluth gebracht werden. Die Flammöfen, auf deren Herd die liegenden oder mit der Mündung nach unten gestellten Tiegel während 6—12 Stunden bleiben, werden direct, durch Gase oder die Abhitze von anderen Oefen befeuert. Rochussen[1]) hat Kippöfen mit grossen Tiegeln empfohlen. Das Besetzen der Tiegel geschieht entweder im Schmelzofen oder kalt vor dem Einbringen in den Temperofen, wo dann die Tiegel aufrecht stehen müssen.

Manipulationen

Das Schmelzen im Windofen (Sheffieldmethode)[2]) erfordert nachstehende Manipulationen: Einbringen der Tiegel aus dem Temperofen in den Schmelzofen, Ausschütten der abgewogenen Charge aus einem Blechkasten mit Ansatzgerenne in eine zu dem weissglühenden Tiegel führende blecherne Trichterröhre, dichtes Zusammenlegen der Stücke mittelst eines Eisenstabes, Bedecken des Tiegels, Füllen des Ofens bis zum Fuchse mit vorher schon glühend gemachten Cokes, Wiederholung dieser Operation nach Bedürfniss, Einbringen eines starken eisernen Drahtes (Visitirruthe), nachdem die Cokes niedergebrannt und der Deckel oder der Stopfen in dessen Oeffnung abgenommen worden, zur Untersuchung ob der Stahl geschmolzen ist; Stehenlassen der Tiegel noch kurze Zeit, wenn der Stahl sich dünnflüssig zeigt, Ausheben des Tiegels mit der Zange (eine beim Flammofenbetrieb weniger schwierige Arbeit), indem derselbe mit der Brechstange durch den Rost des Windofens hindurch gelüftet wird, Ausgiessen nach Entfernung der Schlacke in stehende oder in in der Giessgrube aufgehängte gusseiserne, etwas angewärmte und mit Steinkohlentheer ausgestrichene Formen unter den S. 380, 386 angegebenen Vorsichtsmassregeln, um blasige Güsse möglichst zu vermeiden, welche bei Bessemerstahl leichter entstehen. Krupp's Meisterschaft im Gusse grosser dichter Blöcke hat die allgemeinste Anerkennung gefunden.[3]) Man entleert entweder die Tiegel einzeln in die Formen oder den Inhalt mehrerer Tiegel in eine Form, wobei der Strahl nicht unterbrochen werden darf, oder man sammelt den Stahl aus mehreren Tiegeln in einer Giesspfanne an und giesst aus dieser. Schmelzdauer 3—4 St. Verbrauch von 250—350 Thln. Cokes auf 100 Thle. Stahl.

Auf dem Bochumer Gussstahlwerk[4]) sind für Façonguss (Glocken, Räder, Radreifen, Kanonen u. s. w.) zuerst gebrannte feuerfeste Thonformen, zuweilen bei aufsteigendem Gusse (S. 387) angewandt. Der Faconguss giebt schwieriger als Roheisen scharfe Contouren und schwindet stärker. Bei aufsteigendem Gusse erfolgt zwar ein schlackenreinerer Stahl, aber derselbe kühlt sich leichter und die Eingussmasse geht verloren. Behuf solchen Gusses muss der Stahl hitzig und dünnflüssig sein und die aus einem quarzigen, sehr strengflüssigen mageren Gusssand bestehenden Formen müssen grosse, die Luft leicht entlassende Eingüsse besitzen. In Bochum[5]) wird der Stahl behuf Erzielung blasenfreier Güsse überhitzt, indem man denselben aus Tiegeln (oder Convertern) in einen scharf geheizten Siemensofen einträgt und längere Zeit flüssig erhält,

1) B. u. h. Ztg. 1867, S. 11. 2) B. u. h. Ztg. 1867, S. 365. Kerpely, Fortschr. 8—10, 699 (Sheffield), 701 (Krupp). 3) B. u. h. Ztg. 1872, S. 16; 1874, S. 235. Knut-Styffe, Fortschr. im Eisenh. S. 37. 4) Dingl. 168, 208. Polyt. centr. 1873, S. 1471. Knut-Styffe c. l., S. 33, 50. Kerpely, Fortschr. 8—10, 703 (Bandagen, Scheibenräder) 5) B. u. h. Ztg. 1872, S. 16; 1874, S. 235.

bevor gegossen wird. Die Eisenbahnscheibenräder werden daselbst gleich fertig gegossen, Radreifen erfordern noch weitere Behandlung. Man hat neuerdings auch endlose Barren durch Giessen des Stahls zwischen Walzen hergestellt [1]), sowie unter Compression [2]) gegossen.

Producte.

Als Hauptproduct erfolgt Gussstahl [3]) von krystallinischer, mehr oder weniger blasiger Beschaffenheit, welcher, nachdem die aus den Formen genommenen Blöcke u. s. w. geputzt, Gussnähte oder anhaftende Körner abgeschrotet sind u. s. w., in Wärmfeuern oder bei grösseren Stücken in Flammöfen angewärmt und unter Hämmern, Pressen oder Walzwerken gedichtet wird. [4])

Zur Prüfung des Gussstahls auf seine Gleichartigkeit, Festigkeit und Zähigkeit hat Resch [5]) eine Reihe von praktischen Probirmethoden mitgetheilt. Im flüssigen Zustande geben Farbe, Oberflächenansehen und Funkensprühen zur Beurtheilung der Hitzigkeit und des Kohlenstoffgehaltes Kennzeichen ab. Der in Regeneratoröfen dargestellte Gussstahl soll bei gleichem Rohmaterial minder gut ausfallen, als in Windöfen, vielleicht wegen stärkerer Reduction von Silicium aus den Tiegelwänden in der höheren Temperatur der Regenerativfeuerung (S. 260).

Zusammensetzung.

Die Zusammensetzung einiger Gussstahlsorten ergiebt sich aus nachstehenden Analysen [6]):

	a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.	h.	i.
Kohlenstoff .	0.95	1.33	1.94	1.64	nicht	best.	0.633	0.375	0.750
Graphit . .	0.22		0.19	0.47					—
Silicium . .	—	0.05	0.10	—	0.24	0.24	0.364	0.056	0.392
Mangan . .	—	—	—	—	0.03	0.10	0.328	0.164	0.392
Schwefel . .	—	—	—	—	0.05	0.07	0.023	0.011	0.039
Phosphor . .	—	—	—	—	0.02	0.02	0.049	0.055	0.048
Aluminium .	—	—	—	—	0.12	0.01	—	—	—
Kupfer . . .	—	—	—	—	—	—	—	0.050	0.010
Kobalt . . .	—	—	—	—	—	—	—	0.025	0.020
Wolfram . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—

a. Bester Sheffielder Stahl. b. Engl. Huntsmanstahl. c u. d. Ordin. und unschweissbarer G. von Reichrahming. e u. f. Engl. G., ohne und mit Braunstein geschmolzen. g. G. der Neuberg-Mariazeller Gesellschaft. h. G. von der St. Egidi und Kindberger Gesellschaft. i. Kapfenberg in Steyermark.

Beispiele. Windöfen.

Beispiele [7]) für das Schmelzen im Windofen:

England [8]): Zweitiegelige Oefen von 0.91 m. Höhe, 0.54 m. Länge und 0.38 m. Breite, Charge pro Tiegel 15 kg., Schmelzdauer 3—4 St., Ausgiessen des Stahls zu 0.628 m. langen, 0.052 m. dicken und 10-14 kg. schweren Barren. Auf 100 Thle. Gussstahl 325 Thle. Cokes.

Döhlen [9]): Viertiegelige Oefen, Charge 30 kg. Herd- und Puddelstahl für nur einmal benutzte Tiegel von 39.2 cm. Höhe und 21 cm. Weite, Schmelzdauer 4 St., 5 Proc. Bruch, $1^1/_3$—2 Proc. Abbrand beim Vorrecken.

Obuchow [10]): Tiegelinhalt 36 kg., Anwärmen $1^1/_2$—2 St., Schmelzen 3 St., auf 100 Stahl 300 Cokes.

Hirschwang [11]): Holzkohlenöfen mit Müller'schem Heizpult (S. 353), Vorwärmherd und Unterwind von 100—280° C., 7 Tiegel à 17.5 kg. Fassungsraum, Beschickungen für 6—7 Sorten Stahl, Schmelzzeit 4 St., Ausbringen 90.8 Proc. Gussstahlkolben, 8.3 Proc. Abfall und 1.3 Proc. Verlust. Auf 100 Rohguss 21.2 cbm. Holzkohlen.

---

1) B. u. h. Ztg. 1873, S. 136. 2) Stummer's Ingenieur 1875, No. 53. 3) B. u. h. Ztg. 1870, S. 256. 4) B. u. h. Ztg. 1868, S. 234. 5) Oest. Ztschr. 1864, S. 51. 6) Kerl, Met. 1, 724. B. u. h. Ztg. 1864, S. 290; 1873, S. 338. 7) Kerl, Met. 3, 742. 8) Dingl. 92, 19, 99. Gruner et Lan, État présent etc., p. 789. B. u. h. Ztg. 1852, No. 49. Percy, Metallurgy 2, 768. 9) Berggeist 1860, No. 45. B. u. h. Ztg. 1861, S. 80. 10) Tunner, Russl. Montanindustr. S. 161. 11) Oest. Ztschr. 1864, No. 24. B. u. h. Ztg. 1864, S. 276; 1867, S. 164. Kerl, Met. 3, 724, 738, 746.

Ternitz[1]): Mobiler Ofen, 74 cm. hoch und weit mit 7 Tiegeln à 18 kg. Einsatz, Rostplatte mit radialen Spalten; auf 1 Gussstahlkönig 1 Ostrauer Cokes.

Flammöfen.

2. Im gewöhnlichen Flammofen mit Unterwind.[2])

Assailly: Ofen mit 9 Tiegeln und Benutzung der Ueberhitze zur Dampfkesselfeuerung; auf 100 Stahl 250—300 Steinkohlen.

Regeneratoröfen.

3. Im Regenerativofen:

Döhlen: Ofen mit 14 Tiegeln à 30 kg. Einsatz; täglich 3 Chargen; auf 1 Thl. Stahl 2.05 Thle. Steinkohlen.

Leoben: Ofen zu 20 Tiegeln à 30 kg. Einsatz, auf 1 Rohstahl 2.5—3 Braunkohlen.

Kapfenberg: Oefen mit 8 Tiegeln à 22.5 kg. Einsatz, 200 Leobener Braunkohlenklein auf 100 Stahl; neuerdings bei in der Mitte erweitertem Ofen 18—20 Tiegel à 22.5 kg. Einsatz, 250 kg. Braunkohlen auf 100 kg. weichen Stahl, hauptsächlich zu Gewehrläufen (früher im Windofen 3.15 cbm. Holzkohlen, bei Unterwind 1.58 cbm. auf 100 kg. Gussstahl).

Eibiswald: Ofen für 8 Tiegel à 21 kg. Einsatz (Puddel-, Cement-, Herdfrischstahl, Stabeisen, Spiegeleisen, z. B. 20 kg. Puddelstahl und 1 kg. Spiegeleisen), Tiegel 39.2 cm. hoch, 18—21 cm. weit und 2 cm. dick, nur einmal zu gebrauchen und in einem Vorwärmherd zur Weissgluth erhitzt, dessen Herd durch eine durchlöcherte Scheidewand in eine vordere heissere und hintere kühlere Abtheilung getheilt ist; auf 1 Gussstahl 4 Braunkohle.

Birmingham[3]): Ofen mit 14 Tiegeln à 27.5 kg. Ladung, 6 Güsse in 24 St., 90 Kohlenklein auf 100 Stahl, Tiegel halten 6 Güsse aus (im Windofen nur 4 Güsse bei 300—350 Kohle auf 100 Stahl).

St. Etienne: Oefen mit 20 Tiegeln; auf 100 Stahl 150 Kohle.

Firminy[4]): 20 Tiegel à 25 kg. Ladung, Chargendauer etwas über 4 St., auf 100 Stahl 150 Steinkohle.

Zweck.

108. Schweissen von Schmiedeeisen und Stahl (Stahlgärben). Das Schweissen[5]) der Eisencarburete (S. 255, 259) beruht auf ihrer Eigenschaft, in hoher Temperatur (Schweisshitze) vor dem Schmelzen in einen knetbaren Zustand überzugehen. Man benutzt diese Eigenschaft einmal, um die in den festen Producten (Luppenstücke, Schirbel, Kolben, Stahlschrei) des Frischprocesses noch von Schlackenpartien getrennten Eisentheilchen durch Druck oder Schlag zu vereinigen, wobei die flüssig gewordene Schlacke ausgepresst wird oder aussaigert (Zängen S. 351), ferner als Vorbereitung zur Formgebung und dann wohl zur Vereinigung mehrerer Eisenstäbe derselben oder verschiedener Art (Packetiren) für grössere Stücke oder solche, die an einzelnen Theilen verschiedene Eigenschaften (Härte, Zähigkeit) erhalten sollen. Zur innigen Vereinigung der Oberflächen müssen dieselben metallisch, unoxydirt bleiben, weshalb man die Gegenstände mit Sand, (Schweisssand) oder Thon überstreut (für Stahl kommen auch zur Verwendung: Glasgalle, Borax, Natron, Potasche, Kochsalz, Schwer- und Flussspath, Braunstein u. s. w., als Pulver aufgestreut oder in Wasser angerührt und überpinselt, nach Ludewig ein Pulver aus 1 Borax, $^1/_{16}$ Salmiak und $^1/_{16}$ Blutlaugensalz), welche mit dem oxydirten Eisen eine schützende Schlackenhülle (Schweissschlacke) bilden und gleichzeitig dem Verbrennen

1) B. u. h. Ztg. 1867, S. 298. 2) B. u. h. Ztg. 1868, S. 213. Knut-Styffe, Paris. Ausst.-Ber. S. 23. 3) B. u. h. Ztg. 1867, S. 176. 4) B. u. h. Ztg. 1868, S. 213. Knut-Styffe, Paris. Ausst.-Ber. S. 22. 5) Kerpely, Fortschr. 2, 183; 3, 169; 4, 170; 5, 191. Ausserordentliche Schweissung in B. u. h. Ztg. 1875, S. 146.

des Kohlenstoffs im Carburet entgegenwirken (trockene und saftige Schweisshitze).

Trotz aller Vorsicht geht aber beim Schweissen immer Kohlenstoff verloren und das Eisen wird durch diese Operation nur so lange verbessert, als das Product den erforderlichen Kohlenstoffgehalt behält. Schmiedeeisen erfordert eine höhere Schweisshitze als Stahl, was bei der öfters vorkommenden Vereinigung beider durch Schweissen (Verstahlen des Eisens S. 259) unter Anwendung von Schweisspulvern (z. B. Borax mit oder ohne Eisenfeile) zu berücksichtigen ist. Puddelstahl schweisst zwar leichter, als Cement- und auch als Herdfrischstahl, verliert dabei aber leichter durch Verbrennen von Kohlenstoff seine Stahlnatur (er steht früher ab) je nach seinem ursprünglichen Kohlenstoffgehalt und der Qualität des angewandten Roheisens.[1]) Schwieriger als alle diese Stahlsorten lässt sich Gussstahl schweissen, indem fast jede Sorte desselben zur Erlangung der grössten Dehnbarkeit und Elasticität einen bestimmten durch Versuche erst näher zu ermittelnden Hitzgrad erfordert.[2]) Die kohlenstoffreicheren Sorten desselben sind unschweissbar. Von der Regeneration verbrannten Eisens (S. 256) und Stahls (S. 260) wird später die Rede sein. Soll zu harter Stahl beim Schweissen theilweise entkohlt werden, so streut man statt Schweisssandes Glühspan, gaare Frisch- oder Schweissschlacke auf. Geschweisste Gegenstände zeigen nicht die Homogenität der aus flüssigen Eisencarbureten (Bessemer-, Reactions-, Misch-, Gussstahl) dargestellten.[3]) Beim Schweissen aus dem Ganzen erfolgen weniger Schweissnähte, als beim Packetiren in Lagen über und neben einander gebrachter Rohschienen. Schweissbarkeit der verschied. Carburete.

Zur Erzeugung der Schweisshitze dienen: Schweissapparate. Zweck.

1. Schweissherde[4]) (Schweiss-, Ab- oder Ausheiz-, Wärm-, Reek-, Ziehfeuer). Diese mit Gebläseluft gespeisten Apparate dienen, insofern dazu nicht gleich das Frischfeuer selbst benutzt wird, meist zum Ausheizen der Eisen- oder Stahl-Luppenstücke aus Frischherden, seltener und nur bei beschränktem Betriebe für solche aus Puddelöfen (S. 345); ferner kommen sie in Anwendung für Stahl, welcher bei der Raffination vor Oxydation besonders geschützt werden soll (z. B. Gärben von Herdstahl in Steyermark, von Cementstahl in England).

Das Schweissen des Herdfrischeisens und Frischstahles im Frischfeuer selbst (S. 333) führt zur Ersparung von Brennmaterial und befördert die Frischbodenbildung, während das Schweissen in eigenen Apparaten bei beschleunigter Arbeit eine bessere Ueberwachung des Processes gestattet.

Die den Frischfeuern ähnlichen Schweissfeuer von etwa 62—64 cm. Länge und Breite bestehen bald ganz oder theilweise aus Eisenplatten, bald aus feuerfestem Material mit Sand- oder Kohlenlöschboden und Schlackenabstich im Sinter- oder Schlackenzacken. Die Form liegt horizontal oder hat etwas Stechen. Heisser Wind führt zu Brennstoffersparung. Construction.

Es lassen sich unterscheiden

a. Offene Schweissfeuer, mit Holzkohlen (Eifler-, Schwedische und Steiersche Wallonschmiede, englische Lancashireschmiede, Ziehfeuer zur Herstellung von Kärnthner Kisten- oder Brescianstahl aus Herdfrischstahl, Gärben von Stahl), Cokes (England) oder backenden Steinkohlen (England, früher zu Königshütte am Harz) Offene Schweissfeuer.

---

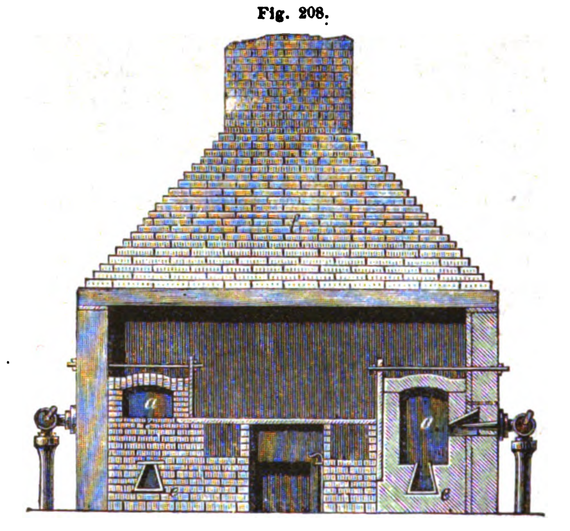
1) Kerl, Met. 3, 598. 2) Kerl, Met. 3, 742, 756. Kerpely, Fortschr. 8—10, 702. 3) Dingl. 185, 376. 4) Kerl, Met. 3, 462, 517, 607, 707. Jordan, Cours de Métallurgie 1874, Taf. 139 (Stahlschweissfeuer).

betrieben, welche letztere eine die Wärme zusammenhaltende Haube bilden.

Geschlossene Schweissfeuer.

b. Ueberwölbte oder geschlossene Schweissfeuer (englische Hollow fires, Hohlfeuer[1])), meist mit Vorglühherd zur Brennstoffersparung versehen, auch wohl bei Benutzung der Abhitze zur Dampfkesselheizung (Traunstein) und mit Cokes (Südwaleser Schmiede, englische Cementstahlgärberei), oder einem Gemenge von Steinkohlen und Cokescindern betrieben (früher in Siegen und in Königshütte).

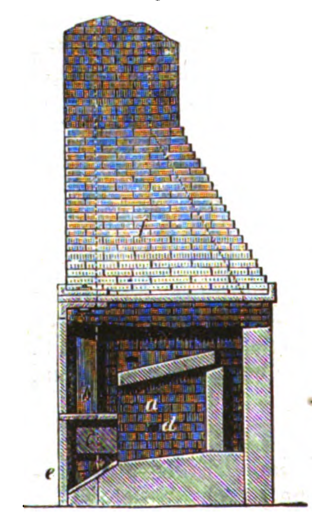
Fig. 208.



Beispiele.

Siegener Schweissfeuer ohne Vorglühherd (Fig. 208, 209). *a* Feuerraum 36.6 cm. breit, 70.6 cm. lang, vorn 54.9 cm., hinten 57.5 cm. hoch, bis auf etwa 31.4 cm. Höhe an der Vorderseite durch die mit Arbeitsplatte *b* bedeckte Mauer *c* geschlossen. *d* Form. *e* Schlackenloch. *f* Esse. — Traunstein: Feuer mit Nutzung der Abhitze zur Dampfkesselheizung, zum Schweissen der Schirbel. Ausbringen 89.5 Proc. (aus Roheisen 82.2 Proc.), Holzkohlenverbrauch pro 100 kg. Eisen 0.65 cbm.

Fig. 209.



Schweissöfen.

2. Schweissflammöfen[2]) für den Grossbetrieb, meist in Verbindung mit Puddel- und Walzwerksbetrieb, seltener mit Frischfeuer- und Hammerbetrieb (z. B. Ekman'sche Schweissöfen in Schweden, Reichenau und Rohnitz).[3])

Unterschied von Puddelöfen.

Im Allgemeinen ähnlich wie Puddelöfen eingerichtet, zeigen sie von denselben behuf rascher Hervorbringung noch höherer und gleichmässigerer Temperaturen nachstehende Hauptunterschiede: Der Rost ist im Verhältniss zum Herde grösser, der Fuchs weiter, die Gewölbhöhe geringer, der dicke Herd besteht aus weniger Wärme ableitendem Quarzsand, wohl mit eingemengten Quarzknollen (Dillingen), ohne oder mit Kühlung und mit Arbeitsplatte und Arbeitsthür in einem Niveau;

1) Kerl, Met. 3, 463, 707. Dingl. 92, 20. Schweissfeuer mit beweglicher Haube für das Centrum der Räder in Petzoldt's Eisenbahnmaterial 1872, Taf. 20, Fig. 5 u. 6. — Glühofen zum Rothwärmen ebend. Taf. 21, Fig. 10. 2) Kerl, Met. 3, 511. B. u. h. Ztg. 1868, S. 357; 1871, S. 309. Oest. Ztschr. 1865, No. 38. Kerpely, Eisenhüttenwesen in Ungarn 1872, S. 290, 225 u. a. (Taf. 3). Jordan, Cours de Métallurgie 1874, Taf. 78 u. 79. Petzoldt, Eisenbahnmaterial S. 12, Taf. 1, Fig. 4—7 (mit stehendem Kessel). Schauenstein's Denkbuch des österr. Berg- u. Hüttenwesens. Wien 1873, S. 228. Kerpely, Fortschr. 4, 173; 5, 192; 8—10, 493. 3) Kerl, Met. 3, 463.

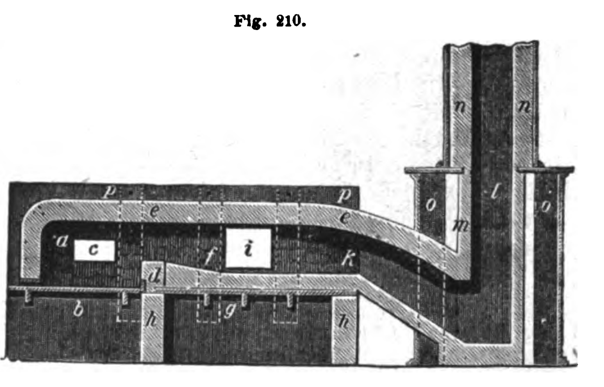
es fehlt die Fuchsbrücke, so dass bei der Neigung des Herdes nach der Rückwand und dem Fuchse zu die Schlacke in diesen fliesst und von der Essensohle durch einen glühend erhaltenen Stich abgelassen werden kann.

Bei den älteren Oefen mit niedriger Feuerbrücke bestreicht die Flamme die Packete vorwaltend nur an ihrer oberen Seite, was bei neueren Oefen mit massiven Herden und Neigung des Rostes unter 38—40°, hoher Feuerbrücke und stark nach dem Fuchse geneigtem Gewölbe vermieden wird. Die Neigung des Fuchses dient zum Abfluss der Schlacken und zur besseren Flammenwirkung. Bei kleinen Oefen (Herd z. B. 2.9 m. lang und 1.5 m. breit) genügt ein Fuchs, bei grösseren Oefen (z. B. 3.5 m. lang und weit) müssen zwei vorhanden sein, und man giebt dann dem Herd nach der Feuerbrücke hin Neigung, damit die nach derselben fliessenden Schlacken flüssig bleiben, um hinter der Feuerbrücke durch einen Canal an der Hinterseite des Ofens abfliessen zu können. Während man bei Schweissfeuern auf 100 kg. Eisen 40—50 kg. Steinkohle verbraucht, so sind bei Schweissöfen mit directer Feuerung 70—150 kg. erforderlich, welche Zahl bei Anwendung von die Erzeugung einer gleichmässigen Hitze begünstigender Regenerativ-Gasfeuerung, sowie bei Benutzung der Ueberhitze, sich bedeutend ermässigt. Der Kohlenstoff des Carburetes verbrennt leichter in Flammöfen als in Schweissfeuern, welcher Uebelstand aber durch die kürzere Dauer in ersteren gemildert wird. Construction.

a. Schweissöfen mit directer Feuerung, in ähnlicher Weise wie Puddelöfen meist mit Steinkohlen, seltener mit Braunkohlen, Torf und Holz, häufig bei Anwendung von Unterwind[1]) beheizt, welcher hier, wo sichs um rasche und gleichmässige Hitze handelt, noch nützlicher ist, als bei Puddelöfen, deren Temperatur und Flammenleitung in den verschiedenen Perioden variirt. Direct befeuerte Oefen.

Steinkohlenschweissofen (Fig. 210, 211). *a* Feuerungsraum 94 cm. lang, 1.1 m. breit und über dem Roste *b* 1.81 m. hoch. *c* Schürloch, 42 cm. breit und 26.2 cm. hoch. Aschenfallhöhe 63 cm. *d* Feuerbrücke, 24 cm. breit und 31.4 cm. über dem Roste. *e* Gewölbe, 23.5 cm. dick, 52.3 cm. über der Feuerbrücke und 26.2 cm. über dem Fuchse. *f* Sandherd, 1.74 m. lang und 1.32 cm. breit, an der Feuerbrücke 23.5 cm., am Fuchs 18.3 cm. dick. *h* 23.5 cm. starke Tragmauern für den gusseisernen Herdbogen *g*, über welchem das Gewölbe *e* in 78.5 cm. Entfernung. *i* Arbeitsöffnung mit Schiebethür, 54.9 cm. hoch und 62.8 cm. breit. *k* Fuchs, 39.2 cm. breit und 1.26 m. lang. *l* Esse, unten 39.2 cm. breit, oben 60.1 cm. weit und öfters für mehrere Oefen gemeinschaftlich. *m* unteres Essengemäuer, Beispiele.

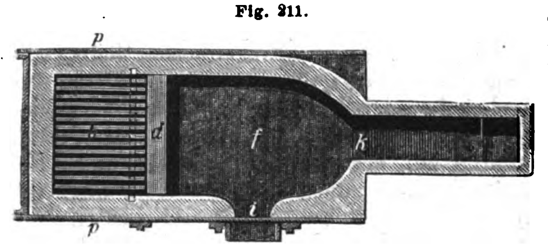
Fig. 210.



1) Kerpely, Fortschr. 7, 263.

11.8 cm. dick, *n* 22.2 cm. dick. *o* Mauer in 86.3 cm. Entfernung, 20.9 cm. dick. — Zu Dillingen hat sich Luftzuführung durch zwei Oeffnungen in der Stirnwand des Feuerungsraumes oberhalb des Brennmaterials bewährt. — Die grossen Gewölbträgerschweissöfen zu Burbach haben die doppelte Breite eines gewöhnlichen Schweissofens, nehmen 6 Packete à 800 kg. (4500—5000 kg.) auf einmal auf und liefern in 12 St. bis 12500 kg. fertige Träger. Man kann an 3.77 m. lange Walzstücke quer über den Ofen zurücklegen. Bei Unterwind verbraucht man pr. 100 kg. fertiger Waare 230 kg. Saarbrücker Steinkohle. — Zum Schweissen langer Packete bedient man sich wohl zweier dicht an einander gebauter Schweissöfen, welche einzeln oder durch eine Oeffnung in der Mittelwand als ein Ofen zu benutzen sind (Eschweiler Au). — Die Maxhütte in Bayern hat Wärmeöfen mit nach dem Rost geneigtem Herd und 3 Thüren, durch deren obere die zu walzenden Zaggeln eingelegt, durch die untere ausgezogen werden. Ein Ofen erzeugt pro Schicht 6750 kg. mit 56 Proc. Kohlen.

Fig. 211.



Modificationen.

Die Hauptmodificationen an Schweissöfen bestehen ausser in der durch Brennmaterialbeschaffenheit bedingten Rosteinrichtung in der verschiedenen Benutzung der Ueberhitze, ähnlich wie bei Puddelöfen (S. 295); Anwendung der Feuergase zur Heizung von Vorglühherden[1]) (namentlich für grössere Stücke ist der Herd dann vom Hauptherd durch eine Schlackengasse und hohe Feuerbrücke getrennt); zur Heizung von Darröfen[2]), von Dampfkesseln[3]), von Puddelöfen (S. 296), von Verbrennungswind u. s. w. In Howatson's Schweissofen[4]) erwärmt sich die Luft in Canälen am Fuchs und Schornstein und zieht unter und neben dem Herd durch unter den Rost.

Schweissöfen mit Ueberhitzeheizung.

b. Schweissöfen, durch Ueberhitze befeuert. Zu Donnersbach[5]) wird z. B. ein Schweissofen durch die Abhitze von Hartzerrennfeuern geheizt.

Gasöfen.

c. Gasöfen. Aehnlich wie bei Puddelöfen (S. 297) werden die den Gasgeneratoren entströmenden heissen Gase durch heisse Luft verbrannt (gewöhnliche Gasöfen) oder es werden durch die Ueberhitze auch die Gase erwärmt (Regenerativöfen). In ersterem Falle kann die Ueberhitze wie bei Puddelöfen benutzt werden. Die Gasöfen gestatten neben Nutzbarmachung minderer Brennstoffe und sonstigen Vortheilen eine Verringerung des Metallabbrandes bei besserer Qualität des Productes, längerer Dauer und grösserer Leistungsfähigkeit. Das bei Puddelöfen über Gasfeuerung Mitgetheilte gilt im Wesentlichen auch für Schweissöfen und zwar kommt die Regenerativgasfeuerung nach Siemens, Wittenström, Ponsard u. s. w. öfter bei Schweiss-, als bei Puddelöfen vor.

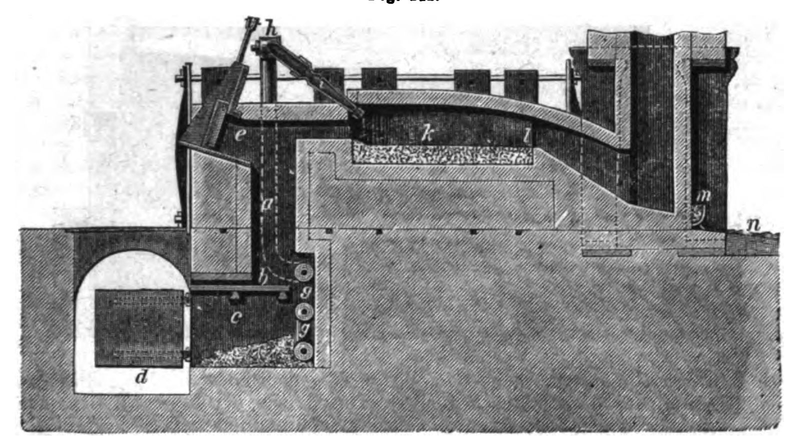
Beispiele.

Kärnthner Schweissofen (Fig. 212). *a* Holzgas-Generator 40 cm. lang, 84 cm. breit und 1.74 m. hoch. *b* Rost. *c* Aschenfall. *d* Zugcanal. *e* Schüröffnung 66 cm. breit, 60 cm. lang und 40 cm. hoch mit geneigter Thür. *g* Röhren zum Erwärmen der Gebläseluft, welche durch einen Hahn *h* regulirbar durch

1) Kerl, Met. 3, 512, Taf. 6. 2) B. u. h. Ztg. 1867, S. 417. Kerpely, Fortschr. 4, 148. 3) Preuss. Ztschr. 3, 355. Berggeist 1863, S. 423. Hartmann, Fortschr. 1, 215; 6, 215, 218. Schönfelder, bauliche Anlag. 3. Jahrg., Lief. 1. B. u. h. Ztg. 1870, S. 379; 1871, S. 35; 1872, S. 233 (Abbild.). Kerpely, Fortschr. 4, 148; 5, 194. Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1873, S. 538. Stummer's Ingenieur 1875, No. 67 (Bellevillekessel) 4) B. u. h. Ztg. 1872, S. 44. 5) Oest. Jahrb. 9, 278. Oest. Ztschr. 1861, No. 22, 36.

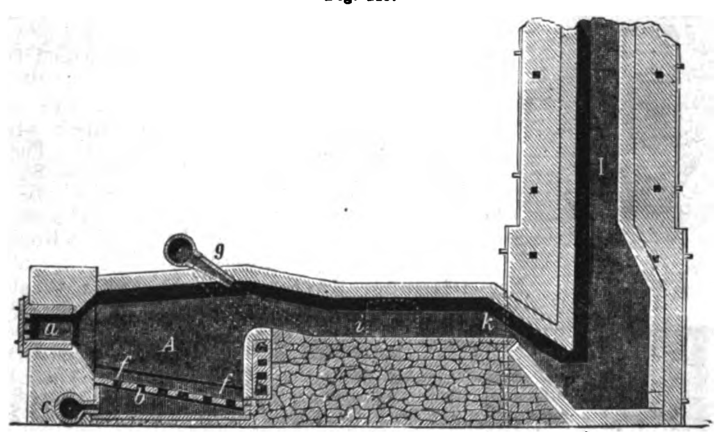
die schnabelförmige Düse *i* ausströmt. *k* Schweissofenherd 1.9 m. lang und 1.42 m. in der Mitte breit. *l* Fuchs, 24 cm. hoch und 37 cm. weit, bei 57 cm. Länge in die 42 cm. weite Esse führend. *m* Schlackenloch. *n* ausgeflossene Schlacke.

Fig. 212.



Schweissofen mit Müller'schem Heizpult[1]) (Fig. 213). *A* Torfgasgenerator, vorn 86.3 cm., an der Feuerbrücke 1.1 m. hoch, 1.2 m. lang und 95 cm. breit. *a* Schüröffnung. *b* gusseiserner Heizpult mit 45 Stück 11 mm. weiten Oeffnungen für Torfklein. *c* 4 Düsen für Unterwind. *g* 7 Düsen zur Zuführung

Fig. 213.



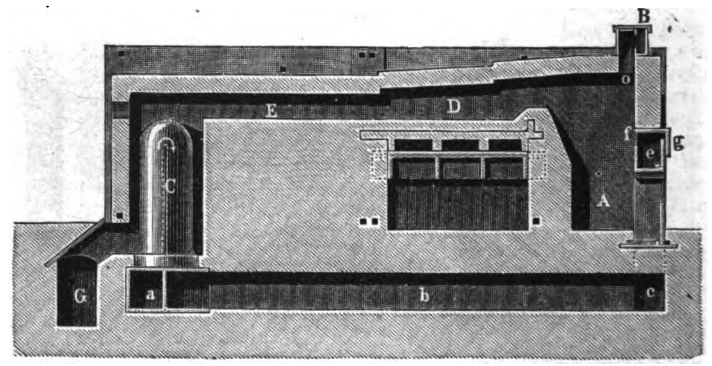
von in der 40 cm. breiten Feuerbrücke *e* in Canälen *h* erwärmter Gebläseluft. *f* Schlitz zum Ausräumen der Asche. *i* Schweissherd, 2 m. lang und 1.8 m. breit. *k* Fuchs. *l* Esse.

Ekman'scher Holzgas-Schweissofen[2]) (Fig. 214–216). *A* Generator von 49.7 cm. Weite, 1.26 m. Höhe und 49.7 cm. Tiefe, mit Schürcanal *o*. Die kalte Gebläseluft tritt durch die Lade *a* in die beiden Winderhitzungsglocken *C*,

1) Oest. Jahrb. 1854, S. 247; 1860, S. 346. B. u. h. Ztg. 1857, S. 130; 1859, S. 224; 1860, S. 208. Kerl, Met. 1, 340. 2) Kerl, Met. 1, 345; 3, 463, 512. B. u. h. Ztg. 1871, S. 10. Kerpely, Eisenhüttenwesen Ungarns S. 213. Rittinger's Erfahr. 1869 (Gerscha). Tunner, Eisenhüttenwesen Schwedens 1858.

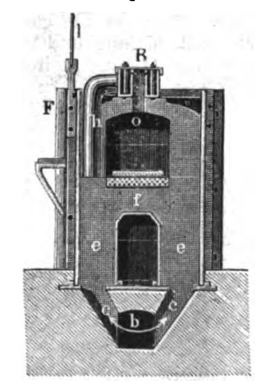
circulirt darin, zieht durch den Canal *b*, theilt sich hier in die Canäle *c*, gelangt in das Reservoir *e* und strömt theilweise durch das mit Löchern versehene Düsen-

Fig. 214.



blech *f* in den Generator, theils tritt sie durch das Rohr *h* in den Schürkasten *i* (Fig. 216) und aus diesem durch geneigte Düsen *k* in den Schürcanal *o*, um die erzeugten Gase beim Schüren niederzuhalten. *D* Schweissherd. *E* Vorglühherd. *G* zur Darrkammer führender Canal.

Fig. 215.

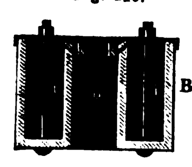


Wittenström's Schweissofen[1]) mit Unterwind gleicht dem Ekman'schen Holzofen, nur hat ersterer einen Rost und der Wind tritt unter denselben, während bei Ekman der Rost fehlt und der Wind durch die Endwand des Feuerherdes zugeleitet wird.

Schweissöfen mit Boëtius'scher Feuerung[2]) (S. 301) finden sich mehrfach in Belgien und Deutschland.

Siemens'sche Regenerativöfen[3]) (S. 418) mit ähnlicher Anordnung der Regeneratoren, wie beim Siemens-Martinofen (S. 404) und bei Puddelöfen (S. 303). Für nasses Brennmaterial, besonders Sägespäne, ist nach Lundin[4]) der Siemensofen mit seinem Wasserdampf-Condensator (S. 302) combinirt (Munkfors, Prevali), welcher jedoch bei anderen Brennstoffen nach Pütsch[5]) nicht erforderlich ist.

Fig. 216.



Zur Dillinger Hütte verbraucht man z. B. auf 1000 kg. fertiges Blech in gewöhnlichen Schweissöfen 1600, in Siemensöfen 1200—1500 kg. Kohlen. — Nach Holley werden zu 1 Ton. (1016 kg.) Ingots in gewöhnlichen Oefen 360 bis 450 kg. Kohle gebraucht, in Siemensöfen 158—180 kg., oder mit Rücksicht darauf, dass letztere keine Kesselheizung zulassen, 315 kg. Ausserdem findet ein geringerer Abbrand statt. — Zu Kistimski[6]) am Ural sank bei den Siemensöfen der Eisenabbrand unter Ersparung an Brennstoff und bei bedeutender Productionsvermehrung. — In Rheinland-Westphalen wendet man Regenerativöfen zum Schweissen seltener an, weil backende Kohle, mit welcher sich in gewöhnlichen Oefen oft vorzüglich schweissen lässt, beim Vergasen in Generatoren

---

1) B. u. h. Ztg. 1872, S. 356, 411. Kärnthn. Ztschr. 1872, S. 234. 2) Kärnthn. Ztschr. 1874, No. 15 u. 16 (Calmoterie). B. u. h. Ztg. 1868, S. 357. 3) B. u. h. Ztg. 1871, S. 346. Kerpely, Fortschr. 7, 262; 8—10, 16, 161. Berggeist 1872, No. 52. Jordan, Cours de Métallurgie 1874, Taf. 80—83. 4) Oest. Jahrb. 6, 16, 278 (Abbldg.). B. u. h. Ztg. 1867, S. 12, 317 (Abbldg.); 1868, S. 45, 123, 179, 407; 1869, S. 187, 230; 1871, S. 116, 311, 346. Kerpely, Fortschr. 3, 169; 4, 177. 5) B. u. h. Ztg. 1867, S. 166, 251. Dingl. 188, 368 (Abbldg.). 6) Tunner, Russl. Montanind. S. 139, Taf. 4, Fig. 9—14.

nicht ganz werthlose Rückstände giebt. Dagegen verwendet man hier die Regenerativöfen öfters zum Wärmen von Bessemerstahl wegen besserer Regulirung der Ofentemperatur. Die grössten Dimensionen hat wohl ein solcher Ofen zu Bochum, nämlich 6 59 m. Länge und 2.823 m. Breite des Herdes zur Aufnahme von 30 Schienenzaggeln in einer Doppelreihe. An beiden Seiten befinden sich in solch grossen Oefen 4—6 Arbeitsthüren.

Wegen minder hoher Anlagekosten machen den Siemensöfen neuerdings die Bicheroux'schen Oefen[1]) (S. 299, 353) Concurrenz (Duisburg, Steinhäuser Hütte, Burbach u. s w.). Dieselben lassen eine directe Dampferzeugung zu und eignen sich zum Stahlwärmen, geben eine grössere Production, als gewöhnliche Schweissöfen bei bedeutender Ersparung an Brennmaterial, sowie bei der vollkommnen Ausnutzung des Brennmaterials durch Vergasung und Verbrennung in den angeschlossenen Kesseln eine starke Dampfbildung, ein wesentlicher Vortheil dieses Systemes. — In Schweden kommen häufiger Schweissöfen mit Wittenström'scher Regenerativgasfeuerung[2]) (S. 304) in Anwendung. — Ueber Ponsard's Regenerativfeuerung s. S. 304.

Vergleichung der Resultate in verschiedenen steyerischen Schweissöfen S. 353.

Das Verfahren beim Schweissen ist im Allgemeinen nachstehendes: *Schweissverfahren.*

1. In Schweissfeuern. Man sucht das Material möglichst gegen den Einfluss der Gebläseluft zu schützen, was bei Feuern, in denen gleichzeitig Roheisen behufs des Frischens eingeschmolzen wird, dadurch geschieht, dass man das Luppenstück nicht in den Focus bringt. Bei separaten Wärmfeuern, z. B. einem überwölbten Schweissfeuer, kommen etwa folgende Manipulationen vor: *Schweissfeuer.*

a. Beim Eisenschweissen: Füllen der Feuergrube mit einem angefeuchteten Gemenge von gleichen Volumtheilen Waschkohle und Cindern, schwache Windstellung, Einbringen des Kolbens u. s. w. mit einer Wärmzange 65—80 mm. über den Wind, Bedecken des Kolbens mit Steinkohle, welche alsbald eine Kuppel bildet, wobei der unter den Kolben durchgegangene Wind an der Gichtzackenseite abprallt, den Kolben umspielt und an der Formseite durch eine im Kohlengewölbe angebrachte Oeffnung in den Hals des Vorwärmherdes entweicht; Umwenden des rothwarmgewordenen Kolbens, nach jedem Wenden dichtes Herumdrücken des Brennmaterials um den Kolben und dahinter Aufgeben frischer Kohlen, Niederdrücken desselben bei etwas verstärktem Winde, Wenden, wenn die untere Seite hell glüht, noch tieferes Niederdrücken, Wirkung des vollen Windes, Belassen des Kolbens während einiger Zeit in der grössten Hitze, Bestreuen desselben mit Schweisssand, letztes Wenden, festes kurz dauerndes Niederdrücken in den Windstrom, Ausrecken bis auf einen kleinen Kolben am Ende des Stabes, Ablassen der Schlacke (Dreck) während des Ausreckens, Entfernung von Ansätzen, Füllen des Herdes mit Brennmaterial, Einlegen eines neuen angewärmten Luppenstückes an die Formseite, daneben den Kolben des eben angezaggelten Stückes, Reparatur der Haube, Ausrecken des schweisswarmen Kolbens, während gleichzeitig das Luppenstück rothglühend geworden, Ausrecken desselben, wenn es sich schweisswarm zeigt u. s. w. *Eisenschweissen.*

Ausbringen früher zu Königshütte[3]) aus Puddelluppeneisen 82.45 Proc. Stabeisen mit 45.8 Proc. Steinkohlen von letzterem; Production in 24 St. 750 bis 800 kg. Stabeisen. Aus 100 Roheisen erfolgen — bei 87—88 Proc. Ausbringen *Beispiele.*

1) Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 19, 61. 2) B. u. h. Ztg. 1875, Taf. 5, Fig. 7, 8. 3) Kerl, Met. 3, 551.

beim Puddeln — etwa 72 Stabeisen. — In ähnlicher Weise geschieht das Schweissen der Puddelstahlluppen im Siegenschen.[1])

Stahl-schweissen. b. Beim Ausrecken von Herdfrischstahl zu kleineren Dimensionen (Kärthner Kisten- oder Brescianstahl) müssen öftere und gelindere Hitzen gegeben werden und das Ausschmieden der Masseln muss sehr vorsichtig geschehen.[2])

Stahl-gärben. Das Gärben des Stahles[3]), die Vereinigung mehrerer unhomogener Stäbe durch Zusammenschweissen, erfordert das Plätten (die Herstellung) quadratischer Stäbe (Gärbstempel) oder flacher Schienen unter Schwanzhammer oder Walzen, das Ausglühen und Richten (Abschienen) der Stäbe unter einem Hammer, das Packetiren oder die Garbenbildung, Anordnung der Stäbe auf einem Tische zu 15—16 kg. schweren, etwa 39—40 cm. langen und 13 bis 16 cm. hohen Packeten (Garben) wohl mit kohlenstoffreichem Stahl als Deckschiene, Zusammenhalten der Garben mit später abzuschlagenden Ringen, Ausheizen mit Kohlen in einem offenen Feuer (Steyermärkischer Herdfrischstück) bei mit 8—10° stechendem Winde unter Aufstreuen von Schweisssand, wenn die Garbe nahe schweisswarm geworden, Herausnehmen, Zusammenschlagen mit einem Handhammer auf der Arbeitsplatte (Ganzmachen), Wiedereinbringen ins Feuer und Ausrecken der völlig schweisswarmen Stücke in mehreren Hitzen unter Schwanzhämmern. Durch wiederholtes Gärben nimmt der Stahl an Güte zu, wenn eine gewisse Grenze (3—4maliges Gärben) nicht überschritten wird, sonst an Dichtigkeit und Kohlenstoffgehalt ab.

Beispiele. In England: Abschienen des Cementstahls bei Holzkohlenfeuer, Ausheizen mit Cokes in überwölbten Feuern (S. 416). — In Steyermark: Verbrauch auf 100 kg. Gärbstahl beim Abschienen 0.14, beim Gärben 10.6 cbm. Holzkohlen bei 5—8 Proc. Abgang, Ausbringen 80 Proc. Scharsachstahl, Production in 24 St. 390—450 kg.

Flammöfen. 2. In Flammöfen.[4]) Man schweisst entweder aus dem Ganzen oder formirt aus beim Auswalzen der Luppen erhaltenen, zerschnittenen Rohschienen oder Platten Packete, indem die einzelnen Stäbe der Form des Gegenstandes ungefähr entsprechend möglichst dicht über und neben einander gelegt und mit Draht- oder Bindeeisen bis zur Erlangung der Schweisshitze zusammengehalten werden. Dabei wird in Rücksicht gezogen, ob der fertige Gegenstand an einzelnen Stellen weicher oder härter sein muss und die Grösse des Packetes nach dem Gewichte des Gegenstandes berechnet, vermehrt um das Gewicht der Abfälle (Abschnitte, Enden) und des Abganges (Schweissverlust, Abbrand).

Fig. 217.

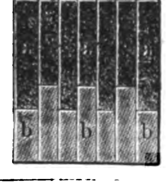
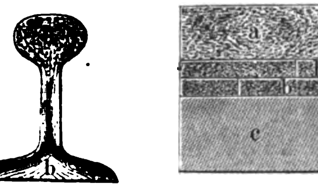


Fig. 218.

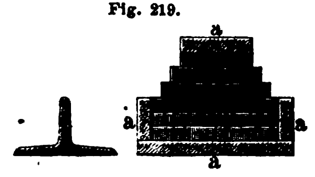


Packet-bildung. Beispiele für Packete.[5]) Für Eisenbahnschienen (Fig. 217). *a* Stahl-

1) Kerl, Met. 3, 639. 2) Kerl, Met. 3, 607. 3) Das. S. 706. Oest. Ztschr. 1867, S. 117. 4) Kerl, Met. 3, 553, 707. 5) Kerpely, Wien. Ausst.-Ber. S. 198. Petzoldt, Eisenbahnmaterial S. 5. Kärnthn. Ztschr. 1874, S. 334.

oder Feinkornstäbe (Kopf). *b* Sehniges Eisen (Fuss). Häufiger setzt man Schienenpackete aus horizontal gelagerten Stäben (Fig. 218) zusammen; zu oberst Stahl- oder Feinkornstäbe *a*. *c* bereits einmal geschweisstes oder sogenanntes doppelt geschweisstes Eisen. *b* Rohschienen. — T-Eisen (Fig. 219). *a* Doppelt geschweisstes Eisen. *b* Rohschienen.

Fig. 219.



Schweissverfahren.

Behuf des Schweissens bringt man die Stücke oder Packete mittelst Schaufel oder Krahnes, je nachdem sie mehr oder minder vorgewärmt sind, in die Mitte des Herdes, an die Feuerbrücke oder an den Fuchs und rückt sie letzteren Falles allmälig nach den heissesten Stellen vor (Schweden)[1]), so dass ein nahezu continuirlicher Betrieb stattfindet. (Beim Gärben von Stahl hemmt man bei directer Feuerung den Zug bis zur Entstehung einer russigen Flamme, wendet auch wohl Unterwind bei hoher Rostbeschürung an.) Die schweisswarmen Stücke, mit der Zange oder mittelst maschineller Vorrichtung aus dem Ofen genommen, werden auf Wagen oder mittelst rotirender Rollen zum Walzwerk oder Hammer (Dampfhämmer für Packete von 3000—10000 kg. Fallgewicht bei 1.25—2.2 m. Hub) geschafft. Die Schlacken fliessen, wie bemerkt, im Fuchscanal zum Schlackenabstich, den man durch ein Steinkohlenfeuer heiss erhält, um jederzeit die Schlacke leicht ablassen zu können. Der Schweissabgang variirt je nach dem Schlackengehalt der Stücke und der Anzahl der Hitzen und beträgt bei einmaligem Schweissen etwa 6—10 Proc., bei zweimaligem 10—20 Proc., incl. Puddelns 20—25 Proc. bei Wiederverwerthung der Abschnitte.

Beispiele.

Der Effect eines Schweissofens ist wesentlich davon abhängig, ob die Streckung mittelst Walzwerken, also mit dem ganzen Luppenstück auf einmal, oder mit dem Hammer, und dann ein Ende nach dem anderen, geschieht. Ersterenfalls liefert ein Ofen nach Åkerman in Schweden wöchentlich 51000—85000 kg., letzteren Falls 25500—55300 kg. Eisen und es schwankt danach der Brennstoffverbrauch in gewöhnlichen Gasschweissöfen zwischen 1.9—3.7 cbm. Holzkohlen und 0.25—0.6 cbm. Steinkohlen, im Lundin'schen Ofen 1.8—2.5 cbm. Holz oder 3—4.3 cbm. lufttrockener schlechter Torf oder 6.8 cbm. Sägespäne auf 1000 kg. Stabeisen; Schweissabgang resp. 9 und 12 Proc. vom Gewichte der Luppenstücke. Ein Wittenströmofen (S. 421) schweisst in 24 St. 8000—9000 kg. mit 25 Proc. Kohlen vom Einsatz bei 3 Proc. Abbrand, ein Doppelschweissofen 20000 kg. mit 22 Proc. Kohlen. — Nach Stühlen: Einsatz 250—1500 kg., 12—3 Chargen in 12 St., Ausbringen in einer Hitze aus Luppeneisen 86—90 Proc., aus warmen abgeschweissten Packeten, Brammen u. s. w. 95 Proc., aus kalten Packeten 90—95 Proc., Production in 12 St. resp. 2500—5000, 4000—8000, 2500 bis 4000 kg. (jede Hitze für sich gerechnet und die Production brutto incl. Abfälle); Abfälle: bei Stabeisen und Schienen 15—45 cm. an jedem Ende. — Nach anderen Angaben[2]): Production in 12 St. bei kleinen Oefen und in einer Hitze geschweisstem Eisen ohne Enden 10000 kg., in doppelter Hitze 6500 kg. fertige Waare, bei grossen Oefen 9000 kg. fertige Waare; Kohlenverbrauch bei doppelter Schweissung 57—60 Proc. der fertigen Waare mit Enden, Abbrand 11½—12 Proc. der Waare mit Enden. — Oefen mit Müller'schem Heizpult zu Traunstein in Baiern: Ausbringen 81.4—85.7 Proc. Walzeisen, auf 100 kg. Eisen 1.46 cbm. Torf. — Zu Alvenslebenhütte (Oberschlesien) geben 100 Roheisen 87 Rohschienen mit 100 Kohlen; 100 Rohschienen geben 81 Stabeisen und 7 rauhe En-

1) Åkerman, Eisenfabrik. Schwed. S. 25. 2) B. u. h. Ztg. 1868, S. 357. — Schwedische Resultate: B. u. h. Ztg. 1871, S. 121.



den mit 100 Kohlen, oder 73 Blech und 12 Abschnitte mit 150 Kohlen oder 69 Schienen, 7 noch verkäuflichen Ausschuss und 12 rauhe Enden mit 100 Kohle.

Zu Burbach (S. 418) werden die Packete auf Wagen und Eisenbahn zu den Schweissöfen geschafft und von ersteren über eiserne Traggerüste geschoben, wo sie bis zum Einlegen in die Oefen deponirt bleiben. Bei schweren Packeten fährt man mit einer starken Schaufel, welche auf einem niedrigen dreirädrigen Gestelle eingeklinkt ist, unter die Packete und schiebt sie nach dem Heben mittelst des Rädergestelles, soweit es die etwa 942 mm. vorstehende Schaufel zulässt, in den Schweissofen, klinkt die Schaufel aus, rollt das Gestell zur Seite und schiebt mit Hand mittelst der Einlegeschaufel das Packet an die betreffende Stelle des Herdes. Das Herausziehen der geschweissten Packete geschieht mittelst eines mit 6—7 etwa 130 mm. von einander abstehenden Nägeln versehenen Hakens, der an das Packet angelegt und hinter dem ersten ausserhalb der Arbeitsthür eintreffenden Nagel quer über die Thür eine kurze Stange gebracht wird, womit man, sie als Hebel benutzend, von Nagel zu Nagel das Packet in wenigen Tempos auf die Thürschwelle zieht. — Behuf Darstellung verschiedener Eisenqualitäten werden die Rohschienen sorgfältig sortirt, indem man dieselben durch Schlagwerke mit freifallendem Blocke zerbricht und nach dem Bruche sortirt (Neunkirchen). — Zu Munkfors[1]) gehen in Lundin's Ofen auf 100 kg. Stabeisen 0.7 cbm. Sägespäne oder 0.06 cbm. Holz. — Zu Prevali[2]) waren zu 100 kg. Rückwage erforderlich beim gewöhnlichen Kohlenschweissofen 124 kg. Materialeisen und 152 kg. Kohle, beim Lundinofen 113.8 kg. Materialeisen und 0.52 cbm. Sägespäne. — Zu Ebenau[3]) producirt ein Ekman'scher Ofen bei 12—15 Proc. Calo und 0.28—0.34 cbm. Darrholz pro 100 kg. Erzeugung 28000 kg. — In Neuberg[4]) und Donnersbach erhält man in 24 St. 730—785 kg. Gärbstahl bei 10 Proc. Gesammtcalo vom Rohstahl und 90 Proc. Ausbringen an Scharsachstahl (s. Gärbfeuer S. 422).

Creusot[5]), sowie andere Hütten Südfrankreichs zeichnen sich aus durch grosse Production der Puddel- und Schweissöfen, der nur diejenige einiger deutscher (Maxhütte in Bayern) und österreichischer Werke gleichkommt, in Folge rasch puddelnden Eisens, der Intelligenz der Arbeiter und zweckmässiger Apparate; in 24 St. bei Eisenbahnschienen 25—28, sonst 20—22 Chargen im Puddelofen mit 3750—4250 kg. Production und 70—80 Proc. Kohlen, im Schweissofen in 24 St. 10000—12500 kg. fertiges Stabeisen mit 40—50 Proc. Kohlen.

Schweissproducte.

Als Producte erfolgen:

1. Geschweisstes Eisen oder Stahl, behuf des Hämmerns mittelst Zange oder einer angeschweissten Handhabe (Schweif), beim Walzen mit der Zange gehandhabt.

2. Schweissfeuer- und Schweissofenschlacken. Dieselben nähern sich in ihrer Zusammensetzung den Rohschlacken (Eisenoxydul-Singulosilicate) vom Herd- und Flammofenfrischen, wenn sie durch Schweisssand gebildet sind; sonst sind dieselben Singulosilicate mit beigemengtem Eisenoxyduloxyd (nach Rammelsberg[6]) ist bei einigen solchen Schlacken, welche durchweg krystallinisch sind, eine solche Beimengung kaum anzunehmen und es müsste das Eisenoxyd an Kieselsäure gebunden vorhanden sein). Letztere sind meist eisenreicher als Frischschlacken, und dichter, deshalb schwerer reducirbar und durch Rösten und Verwittern weniger gut vorzubereiten. Dieselben werden hauptsächlich in Eisenhohöfen (S. 55) und beim Frischen (S. 285) aufgearbeitet.

---

1) B. u. h. Ztg. 1867, S. 166; 1868, S. 407. 2) B. u. h. Ztg. 1871, S. 311. 3) Kerpely, Wien. Ausst.-Ber. S. 183. 4) Oest. Ztschr. 1856, No. 16; 1861, No. 22, 36. 5) B. u. h. Ztg. 1863, S. 16; 1866, S. 15. 6) Rammelsberg, chem. Metallurgie 1865, S. 173.

Analysen[1]) von Schweissschlacken:

	a.	b.	c.	d.	e.
Kieselsäure	36.80	14.42	26.85	29.350	28.71
Eisenoxydul	52.93	81.01	42.30	65.800	66.01
Manganoxydul	—	2.33	0.28	0.488	0.19
Kalkerde	0.40	Spr.	0.60	—	0.81
Magnesia	—	—	0.10	0.054	0.27
Thonerde	—	1.18	3.70	1.823	2.47
Eisenoxyd	7.89	—	8.40	—	—
Schwefel	—	1.01	0.096 CaS	—	0.11
Phosphor	—	Spr.	0.025	—	1.22 (PO_5)
Kupferoxyd	—	—	0.035	—	—
Beigemengte Kohle	—	—	17.70	—	—

a. Von Wasseralfingen, durchweg krystallinisch, nach Rammelsberg wahrscheinlich $4(3FeO, 2SiO_2) + Fe_2O_3, 2SiO_2$. b. Von Witkowitz. c. Von Reschitza. d. Ebend. Gaarschlacke, mit 0.511 CaS und 2.217 FeS. e. Von Dowlais

---

Zweiter Theil. **Formgebung.**

109. Allgemeines. Hinsichtlich der Form lassen sich die schmiedbaren Eisensorten des Handels eintheilen in: Handelseisensorten.

1. Stabeisen, welches bei regelmässigem (kreis- oder ovalförmigem, quadratischem, rechteckigem oder polygonem) Querschnitte grössere oder geringere Dimensionen hat (Grob- und Feineisen, oder Kleineisen, letzteres unter 7 qcm. Querschnitt), bei unregelmässigem theils symmetrischen, theils unsymmetrischen Querschnitte aber Façoneisen (Winkeleisen, T-Eisen, Doppelt-T-Eisen, U- oder E-Eisen, Girders u. s. w. mit symmetrischem, dagegen Eisenbahnschienen, Fenstereisen u. s. w. mit unsymmetrischem Querschnitt) und von der Form eines Ringes endloses Stabeisen genannt wird (Eisenbahnradreifen oder Tyres, Bandagen). Seltener vorkommende Formen sind solche mit keilförmigem oder konischem Querschnitt, mit wiederkehrenden Vertiefungen und Erhebungen u. s. w. Stabeisen.

Als Material für die Stabeisenerzeugung dienen: Material.

a. Herdfrischdeule (S. 335), welche gehämmert werden (immer mehr abnehmendes Verfahren).

b. Rohschienen (einmal geschweisstes Eisen vom Zängen der Luppen), welche paquetirt, in Schweisshitze gebracht und gewöhnlich in einer Hitze bis zu dem erforderlichen Querschnitte ausgewalzt werden (zweimal oder doppelt geschweisstes Eisen); seltener geschieht ein wiederholtes Erhitzen im Schweissofen zwischen der Walzoperation oder ein vorheriges Hämmern vor letzterer.

2. Blech, vorwiegend nach zwei Dimensionen ausgedehntes Eisen von verschiedener Stärke (Schwarzblech in den dünnsten Sorten bis zu 0.017 mm. Stärke herab, Kesselblech von 5—18 mm. Blech.

---

1) Kerl, Met. 1, 873. B. u. h. Ztg. 1864, S. 389; 1865, S. 419; 1869, S. 426; 1873, S. 338. Kerpely, Eisen auf d. Wien. Ausst. 1873, S. 98, 108. Preuss. Ztschr. 22, 282.

Stärke, gewöhnlich 10 mm. stark, 0.6 m. breit (zuweilen 1—2 m. und darüber) und 1.1 m. lang, — und Panzerplatten bis zu 390 mm.[1]) Dicke, durchschnittlich 0.11—0.13 m. dick, 1.4 m. breit und 7.8 m. lang, und danach aus verschieden vorbereitetem Rohmaterial hergestellt und zwar meist durch Walzen, indem das frühere Verfahren des Schmiedens[2]) für dünnere Bleche wegen deren ungleicher Stärke und auch für dickere Platten (Panzerplatten) aufgegeben ist.

Draht. 3. Draht, gleich wie Stabeisen nach einer Dimension vorwaltend ausgedehnt, aber von letzterem durch das bedeutende Vorwalten der Längendimension gegen die Querdimension unterschieden. Es bedarf dazu eines guten Rohmaterials (Holzkohleneisen, Stahl oder doppelt geschweisstes Puddeleisen), welches mittelst Walzwerkes und Drahtzuges bearbeitet wird.

Darstellungsmethoden. Die Darstellung der Eisenfabrikate[3]) geschieht, wie sich zum Theil aus Vorstehendem ergiebt, durch

1. Schmieden mit Hämmern[4]) (S. 312), ein bei dem früher ausgedehnteren Frischfeuerbetrieb meist angewandtes Verfahren zur Darstellung von Stabeisen und auch von Blech (Hammerblech); dann bei Puddeleisen zeitweilig für Panzerplatten[5]), neuerdings jedoch meist aufgegeben und durch Walzen[6]) oder Schmieden und Walzen[7]) ersetzt. Vom Gärben des Stahls war bereits die Rede (S. 422). Zum Heben schwerer Stücke bedient man sich eines Schmiedekrahnes.[8])

2. Walzen, seltener für geschweisstes Herdluppeneisen (S. 345), als für Puddeleisen und Stahl. Gewöhnlich geschieht das Walzen in Schweisshitze, neuerdings kommen aus den Vereinigten Staaten kaltgewalzte Fabrikate[9]) (z. B. Kolbenstangen und Transmissionen), welche sich durch Festigkeit und Elasticität auszeichnen, in den Handel.

3. Drücken, unter Pressen, ein u. A. von Haswell und Borsig neuerdings angewandtes Verfahren für Locomotivbestandtheile (S. 321), Fabrik von Rädern und Radspeichen zu Rive de Gier von Brunon frères u. s. w.

4. Leierwerke oder Drahtzüge für Draht (s. später).

Vorrichtungen zur Fertigstellung. Zur Fertigstellung der Eisenfabrikate kommen u. A. nachstehende Hilfs-Vorrichtungen[10]) in Anwendung:

Scheeren. 1. Scheeren[11]) und zwar

Backenscheeren. a. Hebelscheeren (Stock- oder Bengel-, Maul-, Backenscheeren), der älteste und einfachste Apparat, dessen eine Schneide

1) B. u. h. Ztg. 1868, S. 60, 360. 2) Stünkel, Eisenbergwerke und Eisenhütten des Harzes 1804, S. 52, 280, 313, 333. 3) Petzoldt, Fabrikation, Prüfung u. Uebernahme von Eisenbahn-Material, Wiesbaden 1872 (daselbst S. 221 auch Angaben über die Betriebskraft und Preise der verschiedenen Anlagen). 4) Ausführliches über Dampfhämmer: Dampfhämmer, zusammengestellt von Killer, Riedler u. Seeberg. Graz, technische Hochschule 1871 (24 Tafeln). Sellers' Dampfhammer Kerpely, Fortschr. 8—10, 501. 5) B. u. h. Ztg. 1863, S. 167. 6) B. u. h. Ztg. 1862, S. 247; 1863, S. 167. 7) B. u. h. Ztg. 1863, S. 168. 8) Kärnthn. Ztschr. 1874, S. 362) (Eschweiler Au). 9) B. u. h. Ztg. 1871, S. 50. Kerpely, Ausst.-Ber. S. 203. 10) Maschinen zur Eisenfabrikation: Engineering 1873, Bd. 16, No. 292 (Wien. Ausst.). Petzoldt, Eisenbahn-Baumaterial 1872. 11) Berggeist 1860, S. 620. Rittinger's Erfahr. 1854, S. 26. B. u. h. Ztg. 1866, S. 168 (grosse Scheere); 1874, S. 205. Jordan, Cours de Métallurgie Taf. 77, 105, 106, 118. Kerpely, Fortschr. 2, 192.

(ähnlich wie bei Luppenquetschen S. 320.) feststeht, während die andere um eine horizontale Axe durch Excentrics[1]) oder Winkelhebel, seltener durch hydraulischen Druck[2]) bewegt wird. Die Schneiden bestehen aus Stahl, lassen sich auswechseln, ihre inneren Flächen sind vertical und schliessen dicht an einander, während die äusseren mit 14—18° Neigung steigen.

Derartige Scheeren dienen z. B. zum Zerschneiden der Rohschienen behuf der Packetbildung, zum Abschneiden der rauhen Enden von fertigen Stäben und Schienen, zum Beschneiden mittlerer und stärkerer Schwarz- und Kesselbleche (bei 15—20 Schnitten pro Minute). Sie klemmen die Bleche leicht ein und liefern einen unreinen Schnitt, welchem Uebelstand sich dadurch entgegen wirken lässt, dass man vor oder hinter der Triebwelle den Hebelarm in einer besonderen Führung auf- und niedergleiten lässt und einen conischen Bolzen für die Hauptführung anwendet. Bei neuerer Einrichtung lässt man das bewegliche Messer nicht als zwei-, sondern als einarmigen Hebel[3]) wirken, was bei sonst passender Construction für die Reinheit des Schnittes und die Förderung der Arbeit von Bedeutung ist.

b. Parallel- oder Guillotinescheeren[4]), bei denen ein unteres Messer feststeht, während das bewegliche obere an doppelten Coulissen auf- und niedergeht. Guillotinescheeren.

Vollkommener hinsichtlich der Genauigkeit des Schnittes als die Hebelscheeren, weil alle Theile der oberen Schneide gleiche Geschwindigkeit besitzen, während bei letzteren die Geschwindigkeit des Messers im Verhältnisse zur Entfernung vom Drehpunkte zunimmt, dagegen nicht durch die Hebelscheeren zu ersetzen bei längeren oder breiteren Blechen (z. B. über 3 m.). Seltener durch Riemenübertragung von der Hauptwelle, als von einer besonderen Dampfmaschine getrieben, indem die bewegliche mit Kurbelstange und Excentric verbundene Schneide behuf allmählicher Ausführung des Schnittes gegen den Horizont eine Neigung von 7—8°, bei sehr breiten Scheeren von 3—4°, bei 6—14 Schnitten pro Min. hat. Durch Schwungräder ist das Gewicht des beweglichen oberen Theils, welches einseitig auf die Triebwelle zurückwirkt, so wie anderweitiger Widerstand auszugleichen. Für feinere und stärkere Bleche tauglich.

c. Kreis- oder Circularscheere.[5]) Die Schneiden befinden sich am Rande zweier, in entgegengesetzter Richtung rotirender Scheiben, welchen das Blech auf einem auf Spurrollen beweglichen Wagen entgegengeführt wird. Kreisscheeren.

Die Scheiben von 15—30 cm. und mehr Durchmesser und 0.038—0.052 m. Geschwindigkeit pro Sec. greifen 6—13 mm. übereinander. Diese besonders für dünnere, lange Bleche geeignete Vorrichtung hängt in ihrer Wirkung von der nicht leichten Sicherführung der Messer wesentlich ab. Desgleichen hängt die Sicherheit und Reinheit des Schnittes davon ab, dass mittelst des beweglichen Tisches die Bleche genau linear zwischen den Schneiden der Messer durchgezogen werden.

2. Kreissägen[6]), seltener mit stählernen, als eisernen Sägeblättern, von etwa 0.8—1 m. Durchmesser, 2.5—3 mm. Stärke und 900—1200 Touren pro Min., bei nicht geschränkten Zähnen etwas bisconcav geschmiedet, so dass die Aussenkante am stärksten ist. Kreissägen.

---

1) Wagner's Dampfluppenscheere: Grothe's polyt. Ztschr. 1874, S. 449. Petzoldt, Eisenbahnmaterial 1872, S. 63, Taf. 13, Fig. 3—5 (Dampflochscheere). 2) Polyt. Centr. 1859, No. 1. Hartmann, Fortschr. 2, 297. 3) B. u. h. Ztg. 1874, S. 206. 4) B. u. h. Ztg. 1874, S. 216 (Taf. 6, Fig. 1 u. 2). Hartmann, Fortschr. 3, 208, 210. Petzoldt, Eisenbahnmaterial 1872, S. 5, Taf. 4, Fig. 4—7 (mit oscillirendem Cylinder). Easton und Anderson's Scheere für Bleche von 12 m. Länge, 2.5 m. Breite und 38 mm. Dicke in Polyt. Centr. 1875, S. 95. 5) B. u. h. Ztg. 1874, S. 217. Hartmann, Fortschr. 6, 241. Polyt. Centr. 1872, S. 227. 6) Karmarsch, mech. Techn. 1875, Bd. 1, S. 502. Berggeist 1872, No. 75. Kerpely, Fortschr. 8—10, 573 (Schienensäge).

Die Hinterkante der Zähne ist gegen die meist radial aufsteigende Vorderkante um circa 50° geneigt. Die zwischen gusseisernen Scheiben eingeklemmten und mit Schrauben daran befestigten Sägeblätter sitzen auf der Welle des Motors (stehende oder rotirende Dampfmaschinen). Das Eisen, dessen beide Enden meist gleichzeitig abgesägt werden, liegt auf einem Schlitten, welcher gegen die Säge oder gegen welchen die Säge (Pendelsägen, Bonchill's System)[1]) geschoben wird. Letztere passen besonders für breite Schnitte, z. B. für die Gewölbträger in Burbach. In Amerika hat man Kreissägen ohne Zähne zum Kaltschneiden, welche 2200 Touren machen. Für Eisenbahnschienen und anderes Façoneisen sind Kreissägen häufig in Anwendung.

Adjustirmaschinen u. s. w.

3. Sonstige Vorrichtungen, als: Adjustirmaschinen[2]) zum Richten der Stäbe oder Schienen, Lochmaschinen[3]) in Gestalt von Stoss- oder Bohrvorrichtungen, Fräss-[4]), Stoss- oder Hobelmaschinen zur Bearbeitung der Stabenden behuf Erzielung der geforderten Länge, Centrirmaschienen[5]), Hebevorrrichtungen für schwere Eisenstäbe (einfache Vorrichtung von Tappe[6]) zum Heben z. B. von Schienen auf die Höhe der Richtbank), Biegemaschinen[7]) z. B. für Schienen, Blech u. s. w.).

110. Darstellung von Stabeisen. Dieselbe kann geschehen:

Schmieden.

1. Durch Schmieden[8]), wobei für stärkere Stäbe hauptsächlich Aufwerfhämmer (S. 314), für feinere Schwanzhämmer (S. 315) in Anwendung kommen. Das zu dünnen Quadratstäben bis zu 6 oder 7 mm. Dicke herab ausgehämmerte Eisen nennt man Reckeisen und als Producte einer solchen Verfeinerung hat man: Bandeisen 0.8—7 mm. dick zu Fass- und Radreifen, ferner Kraus- oder Zaineisen, dünne Quadrat- oder Flacheisenstäbe zur Ersparung von Kosten nicht glatt geschmiedet, sondern durch die Eindrücke des Hammers und Ambosses gekerbt.

Das Anheizen des zu schmiedenden Eisenstücks geschieht seltener in backofenähnlichen Glühöfen mit Rost, als in Gebläseherden (Schmiedefeuern oder Eisenfrischherden (S. 287). Zuweilen schweisst man mehrere neben einander gelegte Stäbe, behuf der Raffinirung wohl aus kalt zerbrochenen Stäben zusammensortirt, zusammen und streckt dann das Ganze aus. Aus Schmiedeeisenabfällen in Packeten zusammengeschweisstes und ausgerecktes Eisen (Ramasseisen)[9]) pflegt sehr zähe zu sein.

---

1) Rittinger's Erf. 1867 (Kerpely). Polyt. Centr. 1873, S. 132 (Richtmasch. f. Schienenenden). Dingl. 210, 82 (Richtpresse für Faconeisen). Petzoldt, Eisenbahnmaterial, Taf. 2, Fig. 1—4 (Schienenrichtmaschine). Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 18, 566 (Richtvorrichtung für Gussstahlschienen zur Verminderung von Rissen). 2) Petzoldt, Eisenbahnmaterial S. 15, Taf. 1, Fig. 8—9. (Fig. 10 u. 11 m. horizontaler Verschiebung.) 3) Lochmaschine f. Darrbleche in Ritting. Erfahr. 1867 (Endrès). B. u. h. Ztg. 1867, S. 168. Petzoldt, Eisenbahnmaterial, S. 63, 121, Taf. 3 (Schienenlochmasch.); Taf. 15 u. 16 (Blechlochmasch.). Kerpely, Fortschr. 2, 194. Polyt. Centr. 1871, S. 1320 (Schienenbohrmaschine). 4) Petzoldt, Eisenbahnmaterial S. 18, Taf. 2, Fig. 5—7 (Schienenfrässe). 5) Oest. Jahrb. 1856, Bd. 5, S. 41. Zeichn. d. Ver. Hütte 1861. Mäurer, Mass- u. Gewichtsverhältnisse der Roh- u. Zwischenproducte bei Darst. v. Schmiedeeisen. Stuttgart 1861, S. 189. 6) Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 18, 713. 7) Schrabitz, Schienenbiegapparat, Wien 1874. Petzoldt, Eisenbahnbaumaterial 1872, Taf. 17 (für Blech). 8) Karmarsch, mech. Technol. 5. Aufl., 1, 168. Verbesser. in der Fabrik. schwerer Schmiedestücke: Polyt. Centr. 1870, S. 1484. 9) Polyt. Centr. 1840, S. 1160; 1854, S. 1385. Dingl. 134, 203.

Walzen.

2. Durch Walzen[1]), und zwar lassen sich nachstehende Hauptsorten Walzeisen unterscheiden:

Rohschienen.

a. Rohschienen aus in Kolbenform gehämmerten oder gequetschten Luppen, welche erst unter Vorwalzen Spitzbogen-[2]), dann unter Fertigwalzen Flachcaliber von abnehmender Höhe und zunehmender Breite passiren, wobei man das Eisen vor jedem Durchgange in den Spitzbogencalibern um 90, bei den Flachcalibern um 180° wendet.

30—100 Pferdekr. für eine Luppenstrecke mit 0.95—1.6 m. langen und 0.47 bis 0.49 m. dicken Walzen bei 6.5 mm. Oberdruck und 40—100 Touren pro Min.

Grobeisen.

b. Grobeisen[3]). Wird entweder in zwei oder drei Gerüsten fertiggewalzt, im ersten unter Streckwalzen mit Spitzbogen-, Oval- oder Quadratcaliber, im zweiten unter Schlichtwalzen, welche der Form des zu walzenden Eisens entsprechen (Flacheisen von oblongem Querschnitt auch zwischen Staffelwalzen (S. 326) und in Universalwalzwerken (S. 326) darstellbar, Quadrateisen und Rundeisen), im dritten unter glatten Polirwalzen.

Die Caliber für Flacheisen sind versenkt, nach der Walzenaxe zu etwas verjüngt und an den innern Kanten abgestumpft, das Fertigcaliber möglichst von der verlangten Form; Wenden des Eisens in den Fertigwalzen nach jedem Durchgang um 180°. — Quadrateisen mit etwas rhombischen Calibern wegen des Schmiedens diagonal stehend gewalzt und nach jedem Durchgang um 90° gewendet. — Rundeisen mit Calibern, welche nach der Walzenaxe zu kreisförmig sind, nach aussen etwas erweitert. — Streck- und Schlichtwalzen 860 bis 1360, Polirwalzen 310 mm. lang bei 365—470 mm. Durchm., 50—85 Touren pro Min., 40—60 Pferdekr. pro Strang.

Feineisen.

c. Feineisen. Wird in 2—4, für die feinsten Sorten selbst 5 Gerüsten, häufig mit je 3 Walzen von kleinerem Durchmesser und grösserer Geschwindigkeit behuf stärkeren Streckens hergestellt; Caliber wie bei Grobeisenwalzen, jedoch häufig auch zur Verstärkung der Streckung Ovalcaliber, aus zwei Kreisbögen gebildet, die Höhe meist gleich der halben Breite, und dann der Stab nach jedem Durchgange um 90° gedreht. Für Bandeisen kommen Polirwalzen mit grossem Durchmesser, Abschaber für Glühspan und starker Wasserkühlung zur Anwendung.

Länge der Streck- und Schlichtwalzen 360—550—680 mm., der Polirwalzen 195 mm., Durchmesser der Walzen 180—210—340 mm., 150—300 Touren pro Min., 30—40 Pferdekräfte pro Strang. Beispielsweise: Durchmesser der Oberwalze 341, der Mittelwalze 340 und der Unterwalze 339 mm.

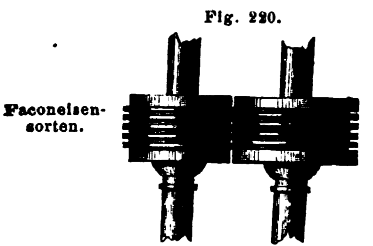
Die dünnsten Stäbe des Quadrat- und schmalen Flacheisens, z. B. zu Nägeln (Nageleisen) erhält man in Gestalt von Streifen (Schneideisen) durch Vorschieben einer gewalzten 0.08—0.12 m. breiten und 9—12 m. langen Platte (Platine) im glühenden Zustande gegen ein Schneidwerk (Eisenspaltwerk)[4]), eine Anzahl in einander

1) Karmarsch, mech. Techn. 5. Aufl. 1875, S. 189. Kerl, Met. 3, 519. 2) B. u. h. Ztg. 1862, S. 186, 203 (Spitzbogencaliberconstruction). Taschenbuch d. Ver. Hütte 1872, S. 617. Petzoldt, Eisenbahnmater. S. 13. 3) Construction v. Grobwalzwerken: Jern Kontorets Annaler 1872, Heft 1. Jordan, Cours de Métallurgie 1874, Taf. 74, 89—102 (auch f. sonstiges Handelseisen). 4) Karmarsch, mech. Technol. 5. Aufl. 1875, Bd. 1.



greifender, auf zwei Wellen sitzender Ringe, welche nach Art der Circularscheere wirken (Fig. 220).

Fig. 220.



Es wird jedoch auch Nageleisen durch Walzen dadurch erhalten, dass quadratische Stäbe zuletzt ein Caliber passiren, dessen Oberwalze auf die Nagellänge dem Nagelkopfe entsprechende Einkerbungen hat.[1])

Faconeisensorten.

d. Façoneisen.[2]) Die in den verschiedensten Formen herzustellenden Producte sind entweder symmetrisch oder unsymmetrisch; es lassen sich erstere leichter walzen, als letztere, immer aber erwächst für die Normirung der Caliber — welche zum Unterschiede von Stabeisenwalzen nicht vom Querschnitte des Packetes abnehmend bis zu dem fertigen Eisen, sondern vom Fertigcaliber ab (gefunden aus dem aufgegebenen Profil vermehrt durch das etwa 2 Proc. betragende Schwindmass) construirt werden — eine grosse Schwierigkeit durch die Differenz der Umfangsgeschwindigkeit bei verschieden tiefem Eingreifen der einzelnen Theile in den Walzenkörper, wodurch die Haltbarkeit des fertigen Productes vermindernde Spannungen entstehen würden, wenn man nicht die grössere Streckung durch geringern Druck ausgleichen würde und umgekehrt, sowie nicht dem Caliber die grösste Breite der Walzenaxe am nächsten gäbe. Da schwächere Eisentheile wegen stärkerer Abkühlung sich mehr breiten und weniger strecken, so bildet man dieselben zuletzt oder auch für sich allein in zur Verminderung der Breite hochkantig stehenden Calibern, sogen. Stauchcalibern aus, sowie in offenen Calibern dieser Art auch einzelne durch verticale Flächen begrenzte Theile, z. B. den Fuss der Vignolschiene.

Beispiele. T-Eisen.

Von T-Eisen und Doppelt-T-Eisen[3]), deren Packete meist schon die Form des fertigen Productes ungefähr nachahmen, wird ersteres in theils liegenden, theils stehenden Calibern oder auch in einem Universalwalzwerke gewalzt, in dessen erstem Walzenpaar der Steg ausgebildet, in dem zweiten die Füsse bearbeitet werden.

Winkeleisen.

Winkeleisen[4]) bei gleichen Schenkeln wird bei concaver Seite nach oben und ohne Lagenveränderung erzeugt, ungleichschenkliges ebenso oder bei abwechselnd horizontaler Lage je eines Schenkels. Gröberes Winkeleisen, U-Eisen, Girders[5]) u. a. façonirte Eisensorten hat man theilweise auch auf Universalwalzwerken dargestellt.[6])

Eisenbahnschienen.

Eisenbahnschienen[7]), deren Herstellung insofern von der anderer Façon-

1) Kerpely, Eisenhüttenwesen Ungarns 1872, S. 209. 2) B. u. h. Ztg. 1857, S. 274; 1858, S. 264. Oest. Jahrb. 1865, Bd. 15. Knut-Styffe, Paris. Ausst.-Ber. S. 52. Petzoldt, Eisenbahnmaterial S. 42. Walzen mit schraubenförmiger Druckfläche: Dingl. 202, 496; 203, 91. Kerpely, Fortschr. 4, 243. 3) Oest. Ztschr. 1868, No. 10. Tunner, Lond.-Ausst.-Ber. 1862, S. 94. Probiren von T- und Winkeleisen in Kerpely, Fortschr. 5, 165, 8—10, 572. 4) Petzoldt, Eisenbahnmaterial 1872, Taf. 9. 5) Kerpely, Fortschr. 5, 216. 6) Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1866, S. 293. Knut-Styffe, Par. Ausst.-Ber. S. 55. Dingl. 186, 117. 7) B. u. h. Ztg. 1843, S. 1105; 1845, S. 320; 1847, S. 778; 1850, S. 439; 1854, S. 44, 141; 1857, S. 129; 1862, S. 165 (Königshütte), 1874, S. 108; 1875, S. 146. Hartmann's Fortschr. 1, 384; 2, 305; 3, 277; 5, 224. Kerpely, Fortschr. Bd. 1—10. Polyt. Centr. 1859, No. 27. Civilingenieur, Bd. 8 (Buch). Berggeist 1871, No. 4 (Oberschles. u. Westphal.). Ansiaux u. Masion, prakt. Handb. üb. Fabrik. v. Puddeleisen u. Puddelstahl. Leipzig, 1861. Gruner et Lan, État présent de la métallurgie du fer en Angleterre. Paris, 1862. Jordan, Cours de Métallurgie 1874, Taf. 107—110. Tunner, Russl. Montanindustr. S. 149. Oest. Ztschr. 1870, No. 35, 38, 75. Dingl. 209, 350. Universalwalzwerk für Grubenschienen: Kerpely, Fortschr. 7, 283. Trio-Vollendwalzwerk: Deutsch. Engineering 1874, Vol. 1, p. 271. Kerpely, Eisenhüttenwesen Ungarns 1872, S. 203 (Brezowa), S. 271 (Anina), S. 292 (Reschitza). Petzoldt, Eisenbahnmaterial 1872 (Belgien, Seraing), S. 1 (Eisenbahnschienen), S. 205 (Bessemerstahlschienen). Petzoldt, Die Erzeugung der Eisen- und Stahlschienen, Braunschweig, 1874, S. 37 (Südwales). Kerpely, Forschr. 3, 229, (Bessemerstahlschienen); 5, 215; 8—10, 564. Härtemesser für Schienen: Kerpely, Fortschr., 5, 163. Rev. univers. 1862, p. 290.

eisensorten abweicht, als das dafür zu verwendende Packet verschiedenes, einer verschiedenen Bereitung und Streckung unterworfenes Material enthält (Stahl- oder Feinkornkopf mit Sehnefuss S. 422) — müssen so packetirt werden, dass bei möglichst vollkommener Schweissung der einzelnen Eisensorten die am meisten in Anspruch genommenen Theile, namentlich die Kanten des Fusses nicht unganz werden, weshalb man das der Hauptsache nach aus Rohschienen bestehende Packet mit Deckschienen von doppelt geschweisstem Eisen versieht und das Kopfeisen in den Steg eingreifen lässt. Die fertige noch heisse Schiene wird auf eisernen Unterlagen gerade gerichtet, von den rauhen Enden durch eine Scheere oder Kreissäge befreit (wobei die Schwindung[1]) beim Erkalten zu berücksichtigen ist, nämlich bei gewöhnlichem Stabeisen, eisernen Schienen, Axen und Bandagen $^1/_{65}$, Stabeisen reinster Sehne $^1/_{54}$, Puddelstahl und Feinkorneisen $^1/_{72}$, Stahlkopfschienen $^1/_{64}$, Gussstahlschienen und Axen $^1/_{78}$), unter Stempelpressen gerichtet, an den Enden gelocht und nöthigenfalls noch durch Abfräsen, Abstossen oder Abhobeln der Enden auf die richtige Länge gebracht. Wegen der Schwierigkeit des guten Schweissens solcher Schienen hat man dieselben allerdings theurer aus Stahl oder Eisen mit cementirtem Kopf hergestellt. Beim Ablöschen in Wasser werden Puddelstahlkopfschienen härter.[2]) Beim Schweissen des mit Stahl bedeckten Paquetes darf ersterer nur die Hälfte der Hitze bekommen, als das Eisen, damit beide gleichzeitig Schweisshitze annehmen[3]). Riquettblooms[4]) nennt man aus Klein- und Abfalleisen zusammengeschweisstes, erst einer saftigen Hammerhitze und dann einer Walzhitze ausgesetztes Eisen, welches einmal geschweisst (Corroyé) als Einlegeisen für Schienenpackete dient. Bei einem Schienenwalzwerk: Zahl der Gerüste 2, Länge der Walzen 1200—1400 mm., Durchmesser 440—500 mm., Touren per Min. 18—120, durchschnittlich 50—60, 70—100 Pferdekr. pro Strang.

Keilförmiges Eisen[5]) wird, je nachdem die Länge desselben nicht grösser oder grösser als der Walzenumfang ist, resp. in excentrischen Calibern (Gewehrläufe) und bei meist durch einen hydraulischen Druck herbeigeführter Veränderung der Walzenentfernung während des Walzens dargestellt.

e. Endloses Stabeisen erfordert z. B. zur Darstellung der Eisenbahnradreifen (schweisslose Tyres, Bandagen)[6]), von Verstärkungsringen für Dampfkessel u. s. w., nachstehende Operationen: Erzeugung von kleineren Ringen (durch Stahlguss, Aufbiegen eines geschlitzten Eisen- oder Stahlblockes oder spiralförmiges Aufwickeln eines Eisenstabes um einen Dorn und Schweissung), Ausstrecken des Ringes durch Walzen, deren Caliber während des Walzens verändert wird, bis zu der erforderlichen Grösse und dem verlangten Querschnitt, wobei der Reifen meist horizontal liegt und nur bei Kopfwalzwerken[7]) vertical steht, selbstthätiges Ausrücken der Maschine durch einen Winkelhebel, Ueberführung des Reifens auf einer aus 3 stellbaren Rollenpaaren bestehenden Centrirmaschine (S. 428) in die Kreisform. Endloses Eisen.

Bei Daelens Dreiwalzwerk[8]) bildet die innere Walze einen Ring, die äussere im Kreisbogen anstellbare begrenzt das Caliber nach unten und aussen, die dritte mit horizontaler Axe schliesst durch stetes Eingreifen in die bewegliche Welle das Caliber beständig nach oben ab. Wasserdruck ist behuf Anstellung der Walzen sicherer als Dampfdruck. Das Schmieden[9]) der Tyres kommt seltener vor.

1) Deutsche Industrie-Ztg. 1872, S. 48. 2) B. u. h. Ztg. 1871, S. 131. 1872, S. 191; 3) Rev. univers. 11, 403. 4) B. u. h. Ztg. 1871, S. 310. Kerpely, Ungarn, S. 274. 5) Dingl. 114, 216. Oest. Jahrb. 1863, Bd. 12, S. 91. 6) Bullet. de la soc. de l'ind. minér. 4, 531. Oest. Jahrb. 1863, Bd. 12, S. 83. Mäurer, Mass- u. Gewichtsverh., S. 189. Kerpely: Fortschr. 6, 247 (Schmidhammer). Knut-Styffe, Paris. Ausst.-Ber., S. 42. Verkleinerung d. Tyres: B. u. h. Ztg. 1873, S. 151. Tunner, Russ. Montanindustr. S. 165. Petzoldt, Eisenbahnmaterial, S. 129, 198, Taf. 21, Fig. 4—7, Taf. 22, Fig. 1—4. Kerpely, Fortschr. 3, 199 (Schmiedemaschine); 3, 234 (Gussstahlreifen); 4, 236, 265 u. 7, 359; 8—10, 572, 682 (Stahltyres); 4, 282 (Giessen unter Druck): 7, 289; 8—10, 576. Daelen, Systeme der Bandagenwalzwerke in Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 19, 27. 7) Neuberger K. in Ritting. Erf. 1869 (Schmidhammer). Knut-Styffe, Par. Ausst.-Ber., S. 44, Taf. 2, Fig. 6. 8) Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 19, 27. 9) Rev. univers. T. 35, livr. 1 de 1874 (Bansen). Knut-Styffe, Par. Ausst.-Ber. S. 49 (Rive de Gier).



111. Darstellung von Blech. [1]) Man unterscheidet:

Schmieden u. Walzen.

A. Schwarzblech [2]) (S. 425), früher durch Schmieden (S. 426) dargestellt, welche Operation zur Zeit nur noch als Zwischenarbeit bei der Fabrikation von russischem Dachblech [3]) oder als Vorarbeit für sehr grosse Bleche (Anwendung von Brammen, d. i. vorgehämmerte Eisenstücke) vorkommt, während sonst das Schwarzblech durch Walzen hergestellt wird.

Rohmaterialien.

Als Rohmaterial dient

a. Herdfrischeisen [4]), am besten aus grauem Roheisen dargestellt, welches bei Holzkohlen und kaltem Winde erblasen ist. Man erhält daraus die feinsten, zähesten Bleche (russisches Dachblech).

b. Puddeleisen und zwar, wenn aus Holzkohlenroheisen dargestellt, einmal geschweisst, sonst packetirt [5]) und doppelt geschweisst.

c. Weicher Stahl (Bessemer-, Misch-, Gussstahl), wobei die Packetirung wegfällt (z. B. in Oesterreich für Dampfkesselbleche, Bessemerstahl No. 6 mit 0.15—0.38 Proc. Kohlenstoff).

Der weiche Bessemerstahl ist ein ausgezeichnetes Material für Kesselbleche (S. 388) sowohl, als für dünne Bleche, welche verzinnt oder zur Erzeugung gepresster und vertiefter Waaren verwandt werden.

Manipulationen.

Bei der Blechfabrikation kommen folgende Manipulationen vor:

Herstellung von Stürzen.

1. Auswalzen des Luppeneisens oder der Packete zu Flachstäben (Platinen, Blechflammen) von 130—157 mm. Breite, 6.5—20 mm. Dicke und 1.7—2 m. Länge unter Walzen von etwa 0.9 m. Länge und 0.42—0.47 m. Durchmesser, Erhitzen der Platinen seltener in Herden (Blechfeuern), als in Flammöfen (Blechglüh- oder Temperöfen) [6]) bis zur Rothgluth, wobei man dieselben aufrecht stellt und eine rauchige Flamme durchziehen lässt, Auswalzen derselben anfangs für sich, dann zwei Platten aufeinander auf eine bestimmte Länge und Breite, Zerschneiden der Platten in Stücke (Stürze) von gleicher Länge, Breite und gleichem Gewicht und Sortiren derselben.

Die stärksten Bleche stellt man durch Zusammenschweissen [7]) vorgewalzter Bleche, sehr grosse Bleche wohl aus einer Bramme (vorgehämmertes Stück) von der Breite des fertigen Bleches her.

Auswalzen der Stürze.

2. Auswalzen der wiederholt glühend gemachten einzelnen Stürze in der Quere in dem Sturzwalzwerke, bis die Länge der Breite entspricht (Querwalzen), wobei man die Stürze von anhaftendem Glühspan durch Eintauchen in Wasser befreit.

---

1) Deutsche Blätter für Blecharbeiter. Red. Fr. Stoll in Ludwigsburg. Kerl, Repertor. d. techn. Literatur. Leipzig. Art. Blech. 2) Hartmann, Handb. d. Blechfabrikation. Weimar 1861. Revue univers. 1863, Livr. 1 u. 2. Oest. Jahrb. 1852, Bd. 2, S. 301. Gruner et Lan, état présent etc. 1862, p. 633. Mäurer, Mass- u. Gewichtsverh. u. s. w., S. 122. B. u. h. Ztg. 1870, S. 255. Uhland's prakt. Masch.-Constr. 1873, No. 17 (Wien. Ausst.). Karmarsch, mech. Techn. 1875, Bd. 1, S. 149. Kerpely, Fortschr. 2, 229 (Bessemerstahl); 4, 229; 7, 285. Petzoldt, Eisenbahn-Material 1872, S. 57. Dingl. 199, 490 (Stahlblech v. Seraing). 3) B. u. h. Ztg. 1860, S. 20; 1863, S. 167; 1872, S. 173; 1874, S. 238. Tunner, Lond. Ausst.-Ber. 1862, S. 56. Oest. Ztschr. 1874, No. 11. Knut-Styffe, Ber. über die Lond. Ausst. 1862, S. 53. Tunner, Russlands Montanindustrie, S. 142. 4) Oest. Jahrb. 1852, Bd. 2, S. 124; 1863, Bd. 12, S. 49. 5) B. u. h. Ztg. 1870, S. 255. 6) Petzoldt's Eisenbahn-Material 1872, Taf. 14, Fig. 7—9 (Fig. 10 u. 11 Flammofen zum Anwärmen der Feuerbüchsen). 7) Schweissofen für Packete u. Brammen der Schwerbleche in Petzoldt's Eisenbahn-Material 1872, Taf. 14, Fig. 1—6.

Bei russischem Dachblech werden die Stürze z. B. bei 12—14 Walzendurchgängen zu Tafeln von 759 mm. Quadrat ausgewalzt.

Fertigwalzen der Tafeln.

3) Auswalzen der Bleche unter wiederholtem Ausglühen in Blechfeuern, Flammöfen (Blechglühofen) oder bei den schwächsten Blechen in geschlossenen Gefässen (wohl nach dem Eintauchen in Kalkwasser, damit sie nicht kleben) im Schlicht- oder Blechwalzwerk [1]) bis auf die erforderliche Länge, indem man entweder mehrere (bis 100) Tafeln auf einander legt oder dasselbe Blech im Verlaufe der Arbeit mehrfach (oft 16fach) zusammenbiegt (das Doppeln) unter Besprengen der Walzen mit Wasser.

Glühvorrichtungen.

In den Blechfeuern liegen die Bleche über einem abgeflammte Steinkohlen enthaltenden Rost auf eisernen Leisten. Die Blechglühöfen [2]), von den verschiedensten Dimensionen je nach der Grösse der Bleche, haben zur Hohllagerung der letzteren Längsrippen auf der Herdsohle, welche von dem Feuerungsraume durch eine hohe Feuerbrücke — zur Abhaltung einer oxydirenden Stichflamme vom Bleche — getrennt und von einem niedrigen Gewölbe bedeckt ist. Die reducirend gehaltene Flamme bei directer Rostfeuerung zieht vor der der Feuerung gegenüber liegenden Arbeitsthür am besten durch einen Fuchs nach unten [3]), zuweilen nach oben, seltener durch seitliche Füchse ab; auch kommen Oefen mit zwei sich gegenüber befindlichen Arbeitsthüren und zwei seitlich vom Herde liegenden Feuerungen vor, welche ihre Flamme in einen im Gewölbscheitel liegenden Fuchs entlassen, desgleichen Oefen mit zwei oder drei Herden [4]) über einander und zuweilen mit einem Rost vor der Arbeitsthür zur Vermeidung einer Abkühlung des Herdes. [5]) Gasfeuerung, namentlich Regenerativfeuerung, giebt die gleichmässigste Hitze und gestattet die leichte Herstellung einer reducirenden Flamme. Auch hat man von der Ueberhitze anderer Apparate, z. B. von Frisch- und Schweissfeuern, erhitzte Glühöfen (Ebenau). [6]) Thoma [7]) bringt den Glühherd in Rothgluth und stellt dann nach dem Eintragen der Bleche Flammen- und Luftzutritt ab. In verdünnte Salzsäure getauchte, dann geglühte Bleche lassen den Glühspan leichter fahren. — Als geschlossene Gefässe dienen gusseiserne, mit luftdicht schliessenden Deckeln versehene Kästen, welche auf dem Herde eines Flammofens aufgestellt sind und von der Flamme einer directen Feuerung oder von der Ueberhitze eines Frischfeuers geheizt werden (zu Audincourt, französische Bleche für Portemonnaiebeschläge, Knöpfe u. s. w.). [8]) Statt der Eisenkästen kommen auch muffelförmige, von Zügen umgebene Räume in Anwendung bei nicht unbedeutender Kostenersparniss. [9])

---

1) Petzoldt, Eisenbahn-Baumaterial 1872, Taf. 13 (für gewöhnliche Bleche), Taf. 15 (für Schwerbleche). 2) B. u. h. Ztg. 1862, S. 206 (Abbildg.). Jordan, Cours de Métallurgie 1874, Taf, 111—113. Tunner, Russl. Montanind. S. 143, Taf. 4, Fig. 15 (zweiherdig). Kerpely, Fortschr. 3, 195. 3) B. u. h. Ztg. 1862, S. 206, Taf. 11, Fig. 1—4. 4) Hartm., Fortschr. 2, 301; 3, 218. 5) B. u. h. Ztg. 1862, S. 206. 6) Ritting. Erfahr. 1868 und 1869 (Gerscha). B. u. h. Ztg. 1867, S. 411; 1871, S. 10. Kerpely, Eisenh. Ungarns S. 228 (Holzkohlengasfeuerung). 7) B. u. h. Ztg. 1870, S. 312. 8) Knut-Styffe, Ber. über die Paris. Ausst. 1868, S. 58; Ders., Ber. über die London. Ausst. 1862, S. 56. 9) Dingl. 183, 219. B. u. h. Ztg. 1866, S. 44.

Blechwalzwerke. Zum Walzen der Bleche hat man neuerdings allgemein kräftigere Walzwerke [1]) mit schnellerem Gang angewendet, wodurch Bleche von 1 mm. Dicke nicht selten in einer Hitze ausgewalzt werden können, was eine wesentliche Ermässigung des Preises zur Folge hat. Reversirwalzwerke [2]) sollen nach Einigen zum Blechwalzen nicht so günstig sein, als bei dickerem Eisen, obwohl nach Andern dabei nicht mehr Ausschuss erfolgt, als sonst [3]); auch das Drei- und Vierwalzsystem ist dafür nur schwieriger anwendbar, weshalb man gewöhnlich Walzwerke mit zwei Walzen und Ueberhebvorrichtung für grosse und schwere Bleche anwendet. Lauth's Walzwerk (S. 331) zum Blechwalzen ist ein grosser Fortschritt.

Damit die leicht stellbare Oberwalze, deren Gewicht ganz oder zum grössten Theil durch Gegengewichte abgeglichen ist und welche in letzterem Falle beim Leergange auf der Unterwalze aufliegt, mit letzterer genau parallel bleibt, so werden die Stellschrauben auf beiden Seiten durch einen gemeinschaftlichen Mechanismus bewegt, indem die Spindeln der Stellschrauben am oberen Ende mit Getrieben versehen sind, in welche zwei an einer horizontalen Welle befindliche Wurmräder eingreifen; auch kann die eine Stellschraube rechts, die andere links geschnitten sein und es werden dann beide durch ein über der Mitte des Walzwerkes liegendes Getriebe umgedreht. Behuf sehr genauen Walzens werden die getrennten Stellschrauben jede für sich mit der Hand bewegt, indem man die Dicke des Bleches nachmisst. [4]) Wegen Walzens in niedriger Temperatur erfordert das Blechwalzwerk die stärksten Walzen bei geringerer Geschwindigkeit (S. 327). Anzahl der Gerüste 1—2; Dimensionen der Walzen sind abhängig von der Breite der Bleche, z. B.

Blechbreite	Walzen- Länge	Walzen- Durchm.	Zapfen- Durchm.
mm.	mm.	mm.	mm.
392	497	235	183
889	994	340	235
1308	1491	497	288
1805	1988	602	340

Tourenzahl pro Min. je nach der Dicke der Bleche bei dünnen 40, bei mittleren 25—30, bei starken 20—22. Betriebskraft [5]) (durchschn. 30—60 Pferdekraft) je nach dem Querschnitt der Bleche z. B.

von 1.8 m. Breite und 10 mm. Dicke — 60 Pferdekraft
„ 1.0 „ „ „ 5 „ „ — 40 „
„ 0.5 „ „ „ 3 „ „ — 20 „

Beschneiden. Beschneiden der Bleche [6]) und zwar schwacher und langer durch Circularscheeren (S. 427), längerer oder breiterer stärkerer Bleche durch Maulscheeren (S. 426) und stärkerer aber minder langer und breiter (selten über 3 m.) durch Guillotinenscheeren (S. 427). Die beschnittenen Bleche werden häufig noch sortirt, wobei man auf Risse, Löcher, Brandflecke, schiefrige Stellen, Verdickungen an der Oberfläche u. s. w. sieht. Dann kann noch ein Biegen [7]), Lochen [8]), Buckeln [9]) u. s. w. der Bleche erfolgen.

---

1) B. u. h. Ztg. 1857, S. 35; 1858, S. 340; 1860, S. 173. Oest. Ztschr. 1856, S. 260. Ritting. Erf. 1855, S. 26. Rev. univers. 1863, livr. 1 u. 2. v. Hauer, Hüttenwesensmaschinen 1867, S. 255. Jordan, Cours de Métallurgie 1874, Taf. 114—117. Querwalzwerke: Dingl. 169, 29. Petzoldt, Eisenbahnmaterial 1872, S. 61 (Belgien). Amerikanische Walzwerke in Journ. of Iron and Steel Institute 1874, No. 2, p. 348. 2) Oest. Ztschr. 1871, No. 40. Journ. of Iron and Steel Inst. 1874, No. 2, p. 496. Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1875, S. 97 (Daelen). 3) Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 18, 185. 4) Blechstärken-Messapparat: Polyt. Centr. 1874, S. 324. Blechlehre: Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 11, 135. Kerpely, Fortschr. 5, 209. 5) Kraftaufwand beim Blechwalzen: Oest. Jahrb. Bd. 21 (Böck). Polyt. Centr. 1874, S. 160. 6) Blechscheeren: Ritting. Erfahr. 1865 (Gersa, Scheere für kreisrunden Schnitt). Engineering 1873, No. 396, 399. Polyt. Centr. 1873, S. 1319. Deutsch. Engin. 1874, No. 14, Bd. I. 7) Biegemaschinen: Dingl. 212, 385. 8) Dingl. 191, 250. 9) Ritting. Erfahr. 1867. B. u. h. Ztg. 1867, S. 168.

Gutes Blech zeigt bei entsprechender Festigkeit eine glatte Oberfläche ohne Schiefer und unganze Stellen und ist weder roth- noch kaltbrüchig. **Blasen**[1]) entstehen im Bleche hauptsächlich in Folge Einschlusses fremdartiger Substanzen (Hammerschlag, Puddelschlacke u. s. w.) an schlecht- oder ungeschweissten Stellen, möglichst zu vermeiden durch Schutz der Packete vor Oxydation und Entfernung des beim Glühen entstehenden Hammerschlages. **Abfälle** von der Schwarzblechfabrikation werden bei der Stabeisenbereitung oder beim Umschmelzen des Roheisens zugesetzt, auch wohl beim Abstechen des Roheisens in die Formen gethan[2]) oder zur Eisenvitriolbereitung benutzt.

Zur Verschönerung des Oberflächenansehens, zur Vorbereitung für das Verzinnen u. s. w. werden die Bleche zuweilen noch besonderen Manipulationen unterworfen. **Besondere Zubereitung der Bleche.**

Russisches Dachblech (S. 432), durch grosse Zähigkeit, Biegsamkeit und Weichheit berühmt, in Packeten von 70—100 Tafeln, zwischen welche Kohlenstaub gestreut worden, erscheint beim Auswalzen an den Aussenflächen der Packete mehr roth, innen mehr schwärzlich; aus den Rothblechen mit variabler Farbe, Härte und Brüchigkeit werden Glanz- und Mattbleche von der erforderlichen Weichheit, Biegsamkeit und angenehmen, mehr oder weniger lichtgrauen Farbe, bei spiegelnderglatter Oberfläche, erhalten durch langsames Erhitzen der Packete mit zwischengestreutem Holzkohlenstaub, Sägespänen u. s. w. zur Reduction des Oxydes und mit Holzscheiten umgeben, Ausschmieden unter einem Hammer, wobei die Schläge in einer ganz bestimmten Ordnung fallen, und abwechselndes Einschichten der gewellten Tafeln zwischen die von einem andern Packete. — Das russische Glanzblech mit eigenthümlichem Fettglanz und haltbarer, zum Rosten wenig geneigter Oberfläche wird in Amerika besonders für Zimmeröfen verwandt.

Französische Bleche[3]) (tôle décapée, gebeiztes Blech) zu Knöpfen, Reiserequisiten u. s. w. werden nach dem Walzen in verdünnter Salzsäure von 16—18° B. gebeizt, in gusseisernen Kisten geglüht (S. 433), zwischen polirten Walzen kalt gewalzt, nochmals in derselben Weise eingepackt und geglüht. — Die dünnen blauen **belgischen Bleche**[4]) (tôle polie) z. B. von **Delloye-Mathieu** in Huy u. s. w., in ihrem ursprünglichen Ansehen sehr schön, verlieren beim Biegen das ziemlich dicke Oxydhäutchen. — Für die **Weissblechfabrikation** bestimmte Bleche werden nach dem Beizen mit verdünnter Schwefelsäure in verschlossenen Gefässen geglüht, langsam abgekühlt und unter harten Polirwalzen behuf Erzeugung einer glatten Oberfläche kalt gewalzt. — **William et Co.** zu West-Bromwich erzeugen sehr dünnes Eisenblech (**Eisenpapier, Papier- oder Senglerbleche** zur Knopffabrikation) bis zu $^1/_{100}$ mm. Dicke oder der Hälfte Dicke des feinsten Seidenpapiers; **Hallem et Co.** solche, von denen 4800 Stück erforderlich sind, um 26 mm. Dicke zu geben.[5])

Wellenförmige Biegungen ertheilt man dem Blech entweder durch ein Walzwerk mit entsprechend kalibrirten Walzen oder besser, weil die Bleche dabei weniger leiden, mittelst Pressen, die durch auf- und niedergehender Excenterstangen bewegt und unter denen die Bleche allmälig, unter einem rechten Winkel gegen die Längsrichtung der Wellen, vorgeschoben werden.[6])

B. **Brücken- und Kesselblech**[7]) (S. 425). Als Rohmaterial (Schmiedeeisen, namentlich Herdfrischeisen in grossen Luppen (S. 285), sowie solche als Puddeleisen (S. 293), weicher Guss- und Bessemerstahl) dienen je nach der Schwere des zu erzeugenden Bleches für **Kesselblech.**

---

1) B. u. h. Ztg. 1864, S. 274; 1865, S. 337. 2) Oest. Ztschr. 1855, S. 311. 3) Knut-Styffe, Ber. v. 1868, S. 58. Kerpely, Fortschr. 3, 196. 4) Knut-Styffe c. l., S. 59. Tunner, Lond. Ausst.-Ber. 1862, S. 52. 5) B. u. h. Ztg. 1865, S. 307; 1868, S. 360; 1872, S. 331. Ueber Calmoterie oder Feinblecherzeugung in Kärnthn. Ztschr. 1874, No. 15 u. 16. Deutsch. Engin. 1874, Bd. 2, S. 123. Oest. Jahrb. 1852, Bd. 2, S. 124, 171. 6) Festigkeit gewellter Bleche: Kerpely, Fortschr. 6, 166. 7) B. u. h. Ztg. 1862, S. 206; 1870, S. 255. Dritte Versammlung d. Berg- u. Hüttenmänner in Ostrau. Wien 1864, S. 97 (Fabrikation zu Reschitza). Kerpely, Eisenhüttenwesen Ungarns S. 294. Petzoldt, Eisenbahnmater. S. 57, 75 (Eisenblech), S. 210 (Bessemerstahlblech). Blechproben der franz. Marine: Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 12, 391.

leichtere Bleche nur aus Rohstäben unter dem Hammer zusammengeschweisste Schmiedeeisen-Brammen, gewöhnlich von der Breite des Bleches und dann erst, wohl unter einem Universalwalzwerk, in die Länge ausgewalzt; für schwerere Bleche Packete aus zwei doppelt geschweissten Deckbrammen mit Rohschieneneinlage und für die schwersten zwei oder mehrere bereits in die Breite gewalzte Bleche, welche unter den Walzen zusammengeschweisst und dann auf die erforderliche Länge ausgestreckt werden.

Die Kesselblechwalzwerke [1]) mit etwa 0.34—0.60 m. dicken und 25—35 Tour. pro Min. machenden Walzen haben Ueberhebvorrichtungen oder reversiren bei Erforderniss von 60—80 Pferdekraft zum Umtrieb. Die Bleche werden mit Holzhämmern auf einer Gusseisenunterlage geglättet.

140—180 kg. Roheisen geben durchschn. 100 kg. Blech; 100 kg. geschmiedete Brammen erleiden 17—25 Proc. Abbrand und Abschnitte und erfordern vom Zängen an 300 kg. Steinkohle, dann noch ebenso viel zur Vollendung des Bleches.

Für Bessemerstahlbleche wird weicher Stahl zu Platten in pyramidale Formen von rechteckigem Querschnitt 0.941—1.255 m. hoch und 78 auf 235 mm. Seitendimension gegossen, diese vorgehämmert, auf der gewöhnlichen Blechstrasse in drei Vorcalibern, dann unter der Blechvorwalze mit Contrebalance und schliesslich unter der Handwalze ohne Contrebalance fertig gewalzt.

Panzerplatten.

C. Panzerplatten (S. 426). Dieselben werden hergestellt aus gutem, besser sehnigem als körnigem, namentlich nicht kaltbrüchigem Eisen, wie solches z. B. in Steyermark, Kärnthen [2]), Schweden und Russland besonders erzeugt wird. Eine Combination aus Eisen und Stahl hat sich nicht bewährt. [3]) Die Fabrikation geschieht:

Schmieden.

1. durch Schmieden [4]), indem man mehrere Paquete nur mit wenigen Schlägen des 2500—5000 kg. schweren Vorschmiedehammers zu einem flachen Stück zusammenschweisst, dieses für sich oder mit einem zweiten Stück zusammenschweisst und aus solchen einzelnen Stücken die Platte formirt, indem man deren keilförmige Ränder zusammenlegt. Zuletzt wird die Platte in mässiger Glühhitze unter Dampfhämmern von 10000—20000 kg. Gewicht bei 2.5—3.8 m. Hub zu der erforderlichen Dicke ausgeschmiedet.

Während man beim Schmieden hinsichtlich der Dimensionen der Platten unbeschränkter, sowie an die Grösse der Oefen und Hämmer weniger gebunden ist, als beim Walzen, so ist man jedoch zu letzterem, als dem billigeren Verfahren meist übergegangen. Clay [5]) und Yates [6]) haben verbesserte Methoden zur Herstellung grosser Schmiedestücke angegeben.

Walzen.

2. Durch Walzen. [7]) Die Puddelluppen werden zu Platten von etwa 0.785 m. Länge, 0.314 m. Breite und 26 mm. Dicke ausgewalzt, 5—6 davon packetirt, zu einer Platte von 1.255 m. Länge und Breite ausgewalzt und aus deren 5—6 wieder Platten von 2.510 m. Länge,

1) Petzold, Eisenbahnmater. S. 60, Taf. 12, Fig. 1—3. 2) Berggeist 1862, No. 59; 1863, No. 35. Polyt. Centr. 1862, S. 1096. Oest. Ztschr. 1866, No. 31, 34. B. u. h. Ztg. 1863, S. 168. 3) Oest. Ztschr. 1870, No. 22 (Neuberg). 4) Tunner, London. Ausst.-Ber. Wien 1863, S. 380. B. u. h. Ztg. 1864, S. 168. Oest. Ztschr. 1870, No. 47. 5) Polyt. Centr. 1870, S. 1484. 6) Polyt. Centr. 1864, S. 581. 7) B. u. h. Ztg. 1862, S. 247; 1863, S. 167; 1868, S. 60, 360. Rev. univers. 1862, p. 260. Tunner, Russl. Montanind. S. 145. Kerpely, Fortschr. 5, 210, 265. Jordan, Cours de Métallurgie Taf. 119.

1.412 m. Breite, 65 mm. Dicke und etwa 1500 kg. Schwere hergestellt. Vier oder mehr solcher Platten geben nach dem Schweissen in besondern Oefen (z. B. mit zwei an den Längsseiten liegenden durchgehenden Rostfeuerungen, in Russland [1]) mit zwei gegenüber liegenden Feuerrosten und Oberwind) und bei Hohllagerung der einzelnen, durch feuerfeste Steine oder kohlenstoffreiche Eisenwürfel getrennten Bleche, welche dann erst kurz vor dem Ausziehen vereinigt werden — unter Reversirwalzwerken [2]), am besten nach Art der Universalwalzwerke [3]) eingerichtet, bei mehrmaligem Durchlaufen fertige Platten von 12000—15000 kg. Gewicht und mehr.

Die Vorwalzen erhalten etwa 0.63, die Fertigwalzen 1.6 m. Durchm. bei resp. 20 und 10—12 Touren. Zeigt sich beim letzten Walzen ein Fehler, so ist das ganze Stück Ausschuss, während sich dasselbe durch Schmieden noch corrigiren lässt, dabei auch der Bruch gleichförmiger wird.

Schmieden u. Walzen.

3. Durch Schmieden und Walzen. Es werden entweder Luppen von sehnigem Eisen zu Brammen ausgeschmiedet, deren je 4—5 zusammengeschweisst dann ein Blech geben, worauf man 3—5 solcher Bleche zu einem einzigen auswalzt und davon wieder mehrere im Schweissofen und unter dem Walzwerk vereinigt; oder 2 vorgeschnittene und über einander gelegte Platten werden unter dem Hammer geschweisst und dann bei gelinder Hitze zu den erforderlichen Dimensionen ausgewalzt, wobei ein gutes Product erfolgt, insofern die innige Vereinigung der grossen Schweissflächen stattgefunden hat, was jedoch mit Sicherheit nicht zu erkennen ist.

Fertigstellung.

Die Platten werden mit einer an 5000—6000 kg. schweren eisernen Rolle geglättet, die Ränder mit Stoss- oder Hobelmaschinen bearbeitet und die Platten gelocht.

Behuf des Lochens wendet man besser ein Bohren, als Durchstossen an und es empfiehlt sich ein Tempern der Platten nach dem Lochen.[4])

Material.

112. Darstellung von Draht.[5]) Als Material verwendet man für gewöhnlichen Draht Puddelluppen von Cokesroheisen, für bessere Sorten solche von Holzkohlenroheisen und zu den feinsten Sorten (z. B. zu Kardendraht) Herdfrischeisen [6]) mit Feinkorn oder mit Korn und Sehne gemischt oder Stahl (Puddelstahl bisweilen zu Drähten für Regenschirmspangen, Gussstahl zu Telegraphendraht von besonderer Stärke bei weit auseinander stehenden Telegraphenstangen). Die Hauptoperationen bei der Fabrikation sind:

Operationen.

Drahtwalzen.

1. Die Herstellung von Walzdraht auf Schnellwalzwerken [7]) (S. 331), welche wegen der raschen Abkühlung des dünnen Eisens sehr stark strecken und deshalb abwechselnd Quadrat- und Oval-, zuletzt ein Rundcaliber enthalten bei Walzen von 0.4 bis

---

1) Tunner, Russl. Montanind. S. 145, Taf. 5, Fig. 1—3. 2) Oest. Jahrb. 6, 239. Preuss. Ztschr. 16, 27. Kerpely, Fortschr. 5, 212. 3) Knut-Styffe, Paris. Ausst.-Ber. S. 53, Taf. 3. 4) Dingl. 189, 386. 5) B. u. h. Ztg. 1842, S. 861; 1844, S. 700; 1855, S. 161; 1858, S. 43. Petzoldt, Eisenbahnmaterial S. 50. Prechtl, techn. Encykl. Bd. 4 (Art. Draht). Gruner et Lan, état présent etc. 1862, S. 702. Karmarsch, mech. Techn. 1875, Bd. 1, S. 191. Polyt. Centr. 1873, S. 1364. Kärnthn. Ztschr. 1872, S. 58; 1874, S. 21 (Wien. Ausst.): Kerpely, Fortschr. 4, 232. Kerl, Repertor. d. techn. Literatur, Leipzig, Artikel Draht. Grothe's polyt. Ztschr. 1873, No. 37 (Verbess. in Hamm). 6) Darstellung: B. u. h. Ztg. 1870, S. 203, 221. 7) Oest. Jahrb. 1854, Bd. 4, S. 301. Muspratt's Chemie 3. Aufl. 1874, Bd. 2, S. 687. Hartmann, Fortschr. 1, 398. Jordan, Cours de Métallurgie 1874, Taf. 103. Kerpely, Fortschr. 6, 197. Dingl. 201, 16.

0.6 m. Länge, 0.16—0.8 m. Durchmesser und mit 300—500 Touren pro Min. 3 oder 5 Walzenpaare, resp. Trios liegen neben einander (z. B. auch 3 Stück Vorwalzen und 4 Paar Hartgussfeinwalzen, Maschine von 60 Pferdekraft, 450 Touren pro Min.).

Zusammenschlagen der Luppen unter einem Dampf- oder Patschhammer zu Masseln von etwa 131 mm. im Quadrat, Auswalzen nach dem Anwärmen im Schweissofen zu Stangen von etwa 39 mm. im Quadrat (bei feinen Drahtsorten, sowie bei Telegraphendraht Anheizen der gedrückten Luppenstücke im Puddelofen u. s. w. vor dem Auswalzen), Zerschneiden der quadratischen Rohstangen in Stücke von etwa 785 mm. Länge, Schweissen und Auswalzen in einer Hitze zwischen den Vorwalzen z. B. 5—7 mal, zwischen den Feinwalzkalibern 8—11 mal auf 6—4 mm. und nur bei feinerem Draht bis zu 2 mm., Verwerthung des beim Austritt aus den Walzen auf einen eisernen Haspel gewickelten Materials als verkäuflichen Walzdraht oder Ziehen desselben zu feinerem Draht.

Man hat gewalzten Eisendraht von 427 m. Länge und 5.2 mm. Dicke, sowie gewalzten Gussstahldraht von 158 m. Länge und 3.6 mm. Dicke hergestellt.[1]) Habershon[2]) lässt zur Erhaltung der Wärme im Draht denselben sich nach dem Passiren der Walzen auf einer Trommel aufwickeln, welche geheizt ist.

Zu Neunkirchen (Stumm) und Kreuzthal (Dressler) liefert ein Schweissofen 75000—90000 kg. Walzdraht per Woche; 30 kg. schwere Zaggel werden zu 5 mm. dickem Telegraphendraht ausgewalzt, welcher noch rothwarm die Walzen verlässt.[3])

Reinigen.

2. Reinigung des Walzdrahtes von Glühspan. Die wohl in geschlossenen Blechgefässen behuf des Weicherhaltens langsam abgekühlten Drahtringe werden mit grobem Sand oder Kieselsteinen unter Wasserzufluss in rotirenden Trommeln oder auf Polterbänken (Polterwerken) von anhaftendem Glühspan auf mechanischem Wege durch Scheuern gereinigt, indem man die Ringe an einem nach Art eines Schwanzhammers wirkenden doppelarmigen, stossweise bewegten Hebel aufhängt und unter Wasserzufluss gegen eine Unterlage schlagen lässt. Zuvor kann noch ein Beizen oder nur ein solches ohne Poltern in verdünnter Schwefelsäure (3 kg. Schwefelsäure und 250 kg. Wasser in bleiausgefütterten Bottichen mittelst Wasserdampfes 20—30 Min. erwärmt) und ein Abspülen der Ringe in Wasser und Kalkwasser folgen.

Nach Sévoz[4]) können die Drähte beim Beizen mit verdünnter Schwefelsäure brüchig werden in Folge einer Aufnahme von Gas (Wasserstoff), welches nach einiger Zeit entweicht, worauf die Drähte sich wieder Dehnbarkeit zeigen. Nach Römer[5]) lässt die Sprödigkeit des gezogenen Drahtes nach einigen Monaten von selbst nach.

Ausziehen.

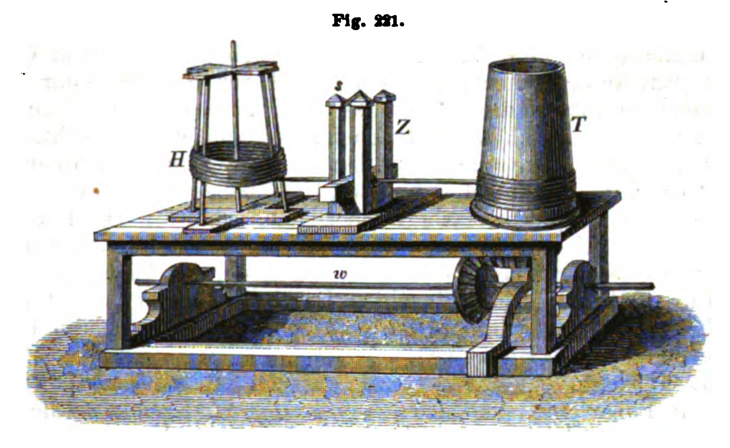
3. Ausziehen des Drahtes zu feineren Dimensionen, wozu ein Leierwerk oder Drahtzug (Fig. 221) dient.

H Haspel zur Aufnahme des Drahtringes, dessen eines Ende, mit der Feile oder dem Hammer zugespitzt, man in das grösste Loch des in dem Ständer *s* verschiebbaren Zieheisens[6]) (Ziehscheibe) einsteckt, welches für gröbere Drahtsorten aus sogenanntem Wilderstahl (Zieh-

1) Knut-Styffe, Par. Ausst.-Ber. S. 62. 2) Polyt. Centr. 1871, S. 827. 3) Kärnthn. Ztschr. 1874, S. 336. 4) Polyt. Centr. 1874, S. 1494. 5) Oest. Ztschr. 1871, No. 32. 6) Anfertigung: Karsten's Arch. 1. R. 6, 427.

eisenstahl, hartes, luckiges Eisen) mit Eisen auf einer Seite zusammen geschweisst, für feinen Draht aus Gussstahl besteht. Auch

Fig. 221.



hat man wohl zur Anfertigung von Stahldraht für mathematische und physikalische Instrumente die Zieheisenlöcher mit harten Edelsteinen (Diamant, Rubin, Saphir u. s. w.) ausgefüttert. *T* Trommel (Rolle, Bobine, Leier) von 0.3—0.6 m. Durchm., mit einer kleinen Zange versehen, in welche mit der Hand das durch das Zieheisen gezogene Drahtende eingeklemmt wird. *w* Motorwelle, welche mittelst conischer Räder die Axe der Trommel und diese selbst rotirend bewegt, sobald letztere durch einen Fusstritt in die Höhe gehoben wird, wo dann ein Haken der Spindel die Trommel ergreift und sie mitnimmt. Der durch das Eisen gezogene Draht wickelt sich auf der Trommel auf und sobald sein Ende das Zieheisen passirt hat, lässt die Spannung nach, die Trommel löst sich vom Haken aus und sinkt hinab, worauf sie in Ruhe kommt.

Statt durch die Leier wurde der Draht früher mittelst einer Zange gezogen, welche das durch das Zieheisen gesteckte Drahtende fasste, durch rückgängige Bewegung sich schloss und den Draht auf eine grosse Entfernung durchzog, worauf die Zange zur Wiederholung derselben Procedur wieder vors Zieheisen gebracht wurde. Dabei erhielt der Draht Eindrücke (Zangen- oder Zahnbisse).

Durch wiederholtes Ziehen des Drahtes durch immer feinere Löcher, sowie nach wiederholtem Glühen wegen beim Ziehen angenommener Sprödigkeit und Härte bringt man denselben auf die verlangte Dicke.

Es haben einzelne Drahtziehereien feinen Eisendraht zu Karden von 332100 m. Länge geliefert, England feine Drähte zu Metalltuch, von denen 1 kg. 3390 bis 4520 m. Länge hat; Smith et Co. zu Caledonien Works (Jorkshire) lieferten zur Wiener Ausstellung ein Drahttrum von 110 engl. Meilen Länge, aus einem 10 kg. schweren Eisenstück gezogen.

Behuf Erzeugung von façonirtem Draht (dreieckig, halbrund, canellirt[1]) u. s. w.) erhalten die Caliber des Zieheisens die

1) Polyt. Centr. 1874, S. 1047.

entsprechende Form. Damit der Draht leichter durchs Zieheisen geht, schmiert man beide, indem man entweder einen Klumpen Talg an dem Zieheisen um den Draht herum bringt oder letzteren vor und hinter dem Zieheisen über einen ölgetränkten Schwamm oder Lederlappen laufen lässt, oder das Zieheisen in einem Oelbade erhält (England), namentlich bei den gröberen Sorten. Beim Ziehen des feinen Drahtes, zumal wenn die Oberfläche blank sein soll, lässt man den Faden durch saure Bierhefe, wohl mit Oel bedeckt, gehen, vor dem letzten Zuge auch zuweilen durch eine saure Kupfervitriollösung (3 Kupfervitriol, 150 Wasser, 5 Schwefelsäure), wo derselbe dann eine blanke, kupferfarbige Oberfläche erhält.[1]) Das Poliren des Drahtes kann bei gröberen Sorten in Sägespäne enthaltenden rotirenden Fässern, bei feineren mittelst Ziehens durch wollene Tücher geschehen.

Zur Erkennung der einzelnen Drahtnummern dient ein mit verschieden breiten Einschnitten versehenes Instrument, die Drahtlehre oder Drahtklinke.[2])

Glühen.

4. Glühen des Drahtes. Bei dem öfteren Ziehen wird der Draht in Folge der veränderten Anordnung der Eisenkrystalle spröde und hart, reisst leicht und greift das Zieheisen stark an, weshalb derselbe von Zeit zu Zeit (bei sehr starkem Draht schon nach dem zweiten Zuge, während des Ziehens bis zu 1 mm. Stärke gewöhnlich nach jedem dritten Zuge) möglichst bei Luftabschluss ausgeglüht werden muss.[3]) Es dienen dazu gewöhnlich gusseiserne Kessel[4]) von etwa 1.57m. Höhe und 0.8 m. Durchmesser, welche mit etwa 600 kg. Drahtringen versehen mittelst Krahnes auf das durchlöcherte Gewölbe am Boden eines Schachtofens gestellt werden, unter welchem eine Steinkohlenfeuerung befindlich. Nach dem Aufsetzen eines Deckels sowohl auf den Kessel, als auf die Ofenmündung ziehen die Rauchgase entweder durch ein Rohr im Ofendeckel ab oder durch dicht unter dem letzteren angebrachte sechs, in einen gemeinsamen Canal mündende Füchse (Westphalen). Man feuert etwa 6 Stunden, lässt den Kessel noch 7 Stunden im Ofen und weitere 3 Stunden nach dem Herausnehmen sich abkühlen. Auf das Glühen folgt dann, wie bemerkt (S. 438), jedesmal das Beizen und Poltern, welch ersteres, weil der Draht dadurch spröde wird, möglichst abgekürzt werden muss.[5])

Beispiele.

In Belgien[6]) glüht man 1500—1800 kg. Draht in Blechcylindern von 1.65 m. Höhe und 0.86 m. Durchmesser mit innerem concentrischen Cylinder[7]) von 0.25 m. Durchmesser während 4 St. mit 200—250 kg. Steinkohlen und lässt 18 Stunden den Ofen erkalten. Cocker zieht behuf continuirlichen Betriebes den Draht an einer Kette ohne Ende durch den Glühofen und von da zur Abkühlung in mehrere Kammern, wobei die Chargendauer von sonst 36—48 St. auf 3—4 St. abgekürzt werden soll. Peipers empfiehlt für das Glühen von Stahldraht Thonretorten. Neuerdings hat man mit Erfolg zur Verhütung einer Oxydation und zum Adouciren den Draht in einem Bade von Chlorcalcium, Natronhydrat oder Wasserglas rothglühend gemacht, wo er dann beim Erkalten mit einer demnächst durch Wasser zu beseitigenden Hülle versehen bleibt.[8])

---

1) Dingl. 178, 294. 2) Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 10, 33; 11, 135. Berggeist 1874, No. 84 (neue deutsche L.). Polyt. Centr. 1858, S. 1114. Dingl. 196, 205, 410. 3) Drahtglühvorrichtungen: Polyt. Centr. 1866, S. 825 (Hibell). B. u. h. Ztg. 1861, S. 372. Hartmann's Fortschr. 5, 228. Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. 11, 661 (Stahldrahtglühofen). Dingl. 202, 190. 4) Knut-Styffe, Par. Ausst.-Ber., S. 65, Taf. 4, Fig. 1 u. 2. 5) B. u. h. Ztg. 1874, S. 231. 6) Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. Bd. 11, S. 661. 7) Polyt. Centr. 1866, S. 196. 8) Dingl. 202, 190. Polyt. Centr. 1874, S. 792.

In Frankreich[1]) zieht man das Glühen des Drahtes statt in gusseisernen oder blechernen Töpfen dem in gut verschlossenen schmiedeeisernen Töpfen von 19.6 mm. Wandstärke vor, wo dann eine Behandlung mit Säure nur wenig nöthig ist. — In Altena lockert man den Glühspan durch Schwefelsäure nur etwas auf und entfernt ihn dann auf Polterbänken, während man in Frankreich den Draht in der Beize unter Zuführung von Wasserdampf erwärmt, dann in einem Bottich mittelst Wasserstrahles stark abspritzt und in erhitztes Kalkwasser taucht, wobei er trocken hervorgeht. Salzsäure lockert den Glüspan rascher als Schwefelsäure, ist aber meist theurer und giebt kein so nutzbares Nebenproduct, wie Schwefelsäure (Eisenvitriol). — Abbrand beim Glühen etwa 2 Proc. jedesmal; 100 Schweisseisen geben durchschnittlich 90—92 Walzdraht und 100 von letzterem 85—90 gezogenen Draht. Zu Königshütte am Harze erfolgten 93.34 Proc. guter Draht, 4.90 Proc. Ausschuss und 1.77 Proc. Glühverlust. Thurston[2]) will beobachtet haben, dass die Festigkeit des Drahtes zunimmt, wenn man nach jedem Zuge eine Pause eintreten lässt. Ausbringen.

113. Darstellung von Eisenröhren.[3]) Das Material zu Röhren, welche u. A. zu Wasser-, Gas- und Dampfleitungen, zu atmosphärischen Packettelegraphen, für Maschinenaxen, zu mit Sand im Innern zusammengeschweissten Telegraphenstangen[4]) u. s. w. verwendet werden, bilden: Puddeleisen aus Cokesroheisen (England), Puddeleisen aus Holzkohlenroheisen (Frankreich) oder für Röhren, welche grosse Stärke haben sollen (z. B. Dampfröhren) am besten weicher Bessemerstahl (England, Deutschland). Rohmaterial.

Die Fabrikation kann geschehen: Fabrikation.

1. Durch Walzen für Röhren von grossem Caliber in einem schnell gehenden, dicht vor dem Schweissofen aufgestellten Walzwerk mit zwei Walzen oder Scheiben mit halbkreisförmigem Kaliber über einer Eisenstange mit aufgestecktem Kopf (Dorn) von Gusseisen. Walzen.

Biegen eines Flachstabes unter einer Presse in Halbkreisform, Schweissen unter den Walzenkalibern; Herstellung conischer Rohre[5]) für Galloway-Kessel.

2. Durch Ziehen über einen Dorn. Halbkreisförmiges Biegen eines rothwarmen Flachstabes unter einer Presse, Hämmern des Endes um einen Dorn zu Röhrenform, Ziehen durch ein Kaliber, Erhitzen in einem Schweissofen zur Vereinigung der mittelst einer Schabemaschine abgeschrägten Kanten und Ziehen des Rohres mittelst einer an einer endlosen Kette hängenden Zange (Schleppzange) durch ein aus einem zangenartigen Instrument mit zwei Hälften gebildetes Caliber mit darin liegendem schwach conischen, an einer langen Stange befestigten Dorn und Anwärmen des Rohres vor jedem neuen Zuge. Gegossene Stahlröhren lassen sich in ähnlicher Weise ausziehen. Ziehen.

3. Durch Pressen, für Stahlröhren, indem flüssiger Stahl in einen kurzen, dickwandigen Cylinder gegossen und mehrmals in heissem Zustande durch conische, im Querschnitt abnehmende Caliber gepresst wird, ein wegen grossen Kraftaufwandes nur selten angewandtes Verfahren. Pressen.

---

1) Kärnthn. Ztschr. 1872, S. 10. 2) B. u. h. Ztg. 1875, S. 147. 3) Oest. Jahrb. 1852, Bd. 2, S. 124; 1860, Bd. 9, S. 176. Karmarsch, mech. Techn. 1875, Bd. 1, S. 214. Knut-Styffe, Paris. Ausst.-Ber., S. 60. Polyt. Centr. 1866, S. 311 (Stahlröhrenwalzwerk). Kerpely, Fortschr. 5, 208 (Flacheisen zu Röhren). 4) B. u. h. Ztg. 1873, S. 407. 5) Kerpely, Fortschr. 5, 217.

Dritter Theil. **Verfeinerung.**

Verfeinerungsarten.

114. Zweck. Die hierher gehörigen theils mechanischen, theils chemischen Operationen bezwecken entweder eine Verschönerung der Oberfläche von Eisen- und Stahlartikeln oder eine Veränderung ihrer Eigenschaften (Stahlhärten) oder ihren Schutz gegen das Rosten, (Verzinnen, Verzinken, Emailliren, Brüniren u. s. w.) und sind zum Theil dieselben, wie bei Gusseisen (S. 244), weshalb im Folgenden nur einzelne Hauptzweige dieser Industrie hervorgehoben werden sollen.

115. Schwarzblechverfeinerung. Dieselbe kann geschehen:

Weissblechfabrication.

1. Durch Verzinnen (Weissblechfabrikation.[1]) Man verwendet dazu das beste zäheste Schwarzblech (zuweilen auch Puddelstahl)[2]) und zwar wird dasselbe seltener auf galvanischem Wege (S. 247) oder durch Plattirung[3]), als mit flüssigem Metall verzinnt, je nach der Grösse der Bleche ohne oder mit Anwendung von Walzen. Abfälle von der Weissblechbereitung werden anderweitig noch benutzt (auf Zinn, Eisen, Eisenvitriol u. s. w.)[4]); durch Anätzen des Weissbleches kann man Moiré antique erzielen.[5])

Ohne Walzen.

a. Verzinnung ohne Walzvorrichtung für kleinere Bleche.

Englisches Verfahren: Glühen der durch Kaltwalzen (S. 426) geglätteten Bleche in Gusseisentöpfen (S. 440), Beizen mit verdünnter Salz- oder Schwefelsäure (auf 1 Säure 16—20 Vol. Wasser), oder statt des das Metall angreifenden Beizens Durchlassen der Bleche unter Wasser durch Polirwalzen[6]) oder Glühen zwischen Kohlenstaub[7]), Abspülen in gewöhnlichem, dann in Kalkwasser, Abreiben mit Werg und Sand, Eintauchen (nach Leach[8]) in einem Rahmen mit gewisser Geschwindigkeit) in einen mit geschmolzenem Talg versehenen Eisenkasten (Vortopf), dann in einen mit flüssigem fettbedeckten ordinären Zinn versehenen Topf (Zinntopf), hierauf in einen solchen Topf mit besserem Zinn (Waschtopf), Abreiben mit einer fettigen Hanfbürste, langsames Durchziehen durch eine kleine Abtheilung im Waschtopfe mit reinstem Zinn, Eintauchen in Palmöl oder ein Gemisch von solchem und Talg im Fetttopf bei solcher Temperatur, dass das überschüssige Zinn vom Blech abschmilzt, Abkühlenlassen im Kalttopf unter Luftzutritt, Abschmelzen des dicken unteren Randes durch Eintauchen in ein flaches Gefäss (Saumtopf) mit flüssigem Zinn, diagonales Herausziehen des Bleches, Abschleudern eines daran haftenden letzten Tropfens durch kurze Erschütterung oder Daranklopfen, Abreiben mit Kleie und dann mit einem trockenen Tupfballen. Auf 100 Weissblech gehen 6.5—8 Zinn.

Gestanzte Blechgefässe (Fraulautern, Karcher und Westermann zu Ars sur Moselle, Girard[9]) in Paris u. s. w.): Glühen der in Salzsäure getauchten Bleche, Beizen mit Salzsäure (Schwefelsäure wirkt sicherer reinigend, aber langsamer), Scheuern mit Sand, Trocknen, Eintauchen in einen mit ordinärem Zinn

---

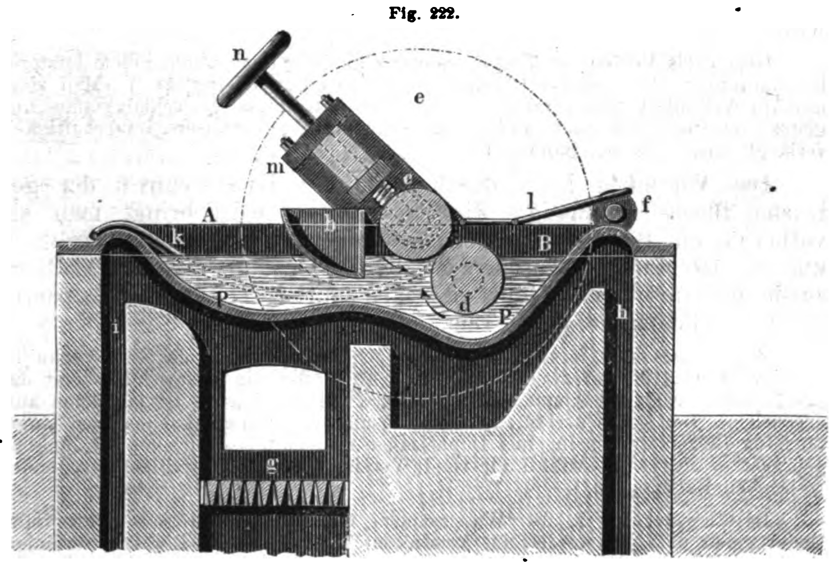
1) Karst. Arch. 1. R. 3, 134, 257; 14, 223. Dingl. 91, 304; 131, 234; 157, 125; 163, 414. B. u. h. Ztg. 1842, S. 830; 1847, S. 651; 1852, S. 843; 1862, S. 430. Oest. Jahrb. 1852, Bd. 2, S. 134; 1863, Bd. 12, S. 106. Gruner et Lan, état présent etc. 1862, p. 671. Karmarsch, mech. Techn. 1875, Bd. 1, S. 435. Kerpely, Fortschr. 8—10, 391. Wagn. Jahresber. 1860, S. 72; 1861, S. 30; 1862, S. 33. 2) B. u. h. Ztg. 1859, S. 420. Polyt. Centr. 1859, No. 13. 3) Dingl. 188, 482. 4) B. u. h. Ztg. 1850, S. 33; 1866, S. 303; 1872, S. 232; 1873, S. 66, 103; 1874, S. 57. Wagner's Jahresber. 1857, S. 32; 1859, S. 128; 1866, S. 35; 1869, S. 31. 5) Karst. Arch. 1 R. 8, 378. 6) Ztschr. d. Oestr. Ing.-Ver. 1867, No. 50. 7) Wagner's Jahresber. 1860, S. 72. 8) Dingl. 157, 124. 9) Knut-Styffe, Par. Ausst.-Ber., S. 72.

und einer Fettschicht darauf (auch wohl Chlorzink) versehenen Gusseisenkasten während 5—10 Min. bei einer den Schmelzpunkt des Zinnes etwa um 30° übersteigenden Temperatur, dann bei vorherigem Abbürsten noch zweimaliges Eintauchen in immer reineres Zinn, Abreiben mit Kleie, dann mit Mehl (Kalk veranlasst Rosten), Prüfung mit heissem Wasser auf Dichtigkeit. Tilgham[1]) hat empfohlen, die Gefässe (namentlich gusseiserne) behuf der Verzinnung mittelst eines durch Dampfstrom hervorgebrachten Sandstrahles zu scheuern.

b. Verzinnung mit Walzvorrichtung für grössere Bleche, welche dabei eine gleichmässige und schöne Oberfläche erhalten. (Moorewood[2]), Girard). Mit Walzen.

Girard's Methode.[3]) Eine Gusseisenpfanne *P* (Fig. 222) ist durch einen nicht ganz bis auf den Boden niedergehenden Kasten *b*, welcher die Krätze von Beispiele.

Fig. 222.



der Oberfläche des Bodens aufnehmen soll, in zwei Abtheilungen *A* und *B* getheilt, deren vordere *A* über dem Roste *g* das in beiden gleich hochstehende Zinn mit Chlorzink bedeckt enthält, während in der Abtheilung *B* das Zinn mit Harz bedeckt ist und zwei Walzen *c* und *d* vorhanden sind, die theilweise ins Zinnbad, jedenfalls an ihren Contactstellen eintauchen. Das gebeizte Blech wird noch feucht auf einer Leitung *k* aus gekrümmten Eisenstäben allmälig durch das heissere Metallbad in *A* ein-, unter dem Kasten *b* durchgelassen und den Walzen *c d* zugeschoben, welche dasselbe, nachdem das Blech hier durch etwas kühleres Zinn gegangen, auf einer Leitung *l* wieder entlassen. *e* und *f* Zahnräder, zum Umtrieb der Walzen, durch eine Handkurbel oder Riemen-Transmission bewegt. *i* und *h* mit Schiebern versehene Canäle zum Abzug der Flamme. Durch passende Stellung der Schieber ist die Temperatur in den Abtheilungen *A* und *B* zu stimmen. *m*. Stellvorrichtung für die Walzen an jeder Seite in Gestalt eines Rades *n* mit Schraube.

Deutsche Werke. Walzen von 105 mm. Durchmesser liegen oberhalb des Zinnbades, durch welche die das Bad passirenden Bleche hindurch gehen. Man spart etwas an Zinn gegen das blosse Eintauchen und erhält reinere Ränder.

---

1) Polyt. Centr. 1872, S. 76. 2) Kerpely, Fortschr. 3, 201. 3) Knut-Styffe, Paris. Ausstell.-Ber., S. 69, Taf. 4, Fig. 6 u. 7. Polyt. Centr. 1862, S. 693; 1865, S. 229.

Verbleien.

2. Durch Verbleien.[1]) Verbleite Eisenbleche wendet man neuerdings zu Dachbedeckungen, Pissoirs, Rinnen, Röhren u. s. w. an. Die Darstellung geschieht wie die der verzinnten Bleche nach Girard's Walzmethode. Temperatur in der ersten Abtheilung *A* der Pfanne 400°, in der zweiten *B* mit den Walzen 375°, Peripheriegeschwindigkeit der Walzen etwa 53 mm. per Sec. Auch wendet man Blei mit 15 Proc. Zinn statt reiner Metalle an.

Leyshon[2]) taucht das gebeizte Blech in Salmiaklösung, trocknet und führt es in mit Salmiak bedecktes flüssiges Blei ein.

Verzinkung.

3. Durch Verzinkung[3]) (galvanisirtes Eisen). Dasselbe wird häufig zu Bedachungen, am besten wellenförmig (S. 435) verwandt, wo dann das Wellen erst nach dem Verzinken vorgenommen wird.[4])

Gegen das Rosten des Eisens schützt Zink besser, als Zinn, indem letzteres bei nur etwas blos gelegter Oberfläche die Oxydation begünstigt.[5]) Man zieht deshalb Weissblech dem verzinkten vor, wo es auf ein glattes, schmiegsames und glänzendes Blech ankommt, dagegen ein verzinktes, wo grössere Dauerhaftigkeit verlangt wird, z. B. bei Bauarbeiten.

Das Verzinken kann durch directes Eintauchen der gebeizten Bleche in flüssiges Zink geschehen, meist bringt man sie vorher in ein Bleibad, wobei sie weniger an Biegsamkeit verlieren und ein moiréartiges Ansehen erhalten, oder man verzinnt das Blech zuvor galvanisch und führt dasselbe mittelst eines Walzenpaares durch geschmolzenes Zink (England).[6])

Zum Schutz des Gusseisenkessels gegen die Wirkung des Zinkes schmilzt Winiwarter[7]) bis auf zwei Drittel seiner Höhe Blei ein, auf welchem erst das geschmolzene Zink schwimmt. Der oberste Theil des Kessels ist mit Thon ausgestrichen. Die gescheuerten, in eine Lösung von Chlorzinkammonium eingetauchten Bleche werden in einer Doppelzange mittelst Flaschenzuges ins Zinkbad gebracht. — Sturse[8]) senkt in die runde Verzinkungspfanne die Bleche tragenden rotirenden Rahmen ein. —

Blechwaaren, z. B. Wassereimer, Giesskannen (grössere Reservoire, Badewannen u. s. w. werden aus verzinkten Tafeln mittelst Löthens vereinigt) werden in England[9]) durch folgende Operationen verzinkt: Beizen in verdünnter Salzsäure (1 Säure und 7 Wasser), Abspülen in Wasser, nochmaliges Beizen und Abspülen, Trocknen bei 40—50° C., Eintauchen in flüssiges Zink mit Rohsalmiakdecke während einiger Secunden, Einstecken in einen Trog mit Wasser, Trockenbürsten mit Sägespänen. Die Abfälle vom Verzinken hat man auf Zinkoxyd-Ammoniak u. s. w. benutzt.[10]) Von Pettenkofer[11]) ist ein Verfahren angegeben, die Dicke der Verzinkung zu messen.

Emailliren.

4. Durch Emailliren[12]) für Kochgeschirre, gewellte Bleche u. s. w., erstere aussen meist dunkelblau oder dunkelblaugrau, innen grau oder weiss (Fabriken von Dahm, Knödgen und Kirchner in Fraulautern bei Saarlouis, Asman in Neuwied, Weissmüller

---

1) Knut-Styffe, Par. Ausst.-Ber., S. 69. Tunner, London. Ausst.-Ber., Wien 1863, S. 108. Polyt. Centr., 1865, S. 1080. 2) Polyt. Centr. 1861, S. 1301. 3) Polyt. Centr. 1862, S. 1106; 1875, S. 450. Dingl. 109, 478, 480; 112, 121, 177, 150. B. u. h. Ztg. 1862, S. 332. Demarteau, verzinktes Eisenblech u. dessen Verwendung. Wien 1862. Kerpely, Fortschr. 3, 201. Wagner's Jahresb. 1857, S. 33; 1858, S. 84; 1862, S. 33. Karmarsch, mech. Techn. 1875, Bd. 1, S. 442. 4) Dingl. 177, 150. 5) Polyt. Centr. 1862, S. 1106. Wagn. Jahresber. 1862, S. 33. Karmarsch, mech. Techn. 1875, Bd. 1, S. 443. 6) Oest. Jahrb. 1852, Bd. 2, S. 135; 1863, Bd. 12, S. 106, B. u. h. Ztg. 1875, S. 19. 7) Wagn. Jahresber. 1862, S. 36. 8) Wagn. Jahresber. 1869, S. 30. 9) Wagn. Jahresber. 1870, S. 33; 1872, S. 53. B. u. h. Ztg. 1875, S. 19. 10) Dingl. 177, 150. 11) Wagn, Jahresber, 1857, S. 33. 12) Wagn. Jahresber. 1855, S. 12; 1856, S. 64. Kerl, Repertor. d. techn. Liter. 1858—73, Artikel Emaille.

in Düsseldorf, Philippi und Cetto in Stromberg, Soltmann in Thale u. s. w.).

Die Blechgeräthe erhalten, ähnlich wie gusseiserne[1]) (S. 245), eine Grundmasse und eine Glasur (Deckmasse). Die Ingredienzien zum Email sind Kieselsäure (Rosenquarz, Milchquarz, Feuerstein, am häufigsten kalk- und eisenfreier Fluss- und Gebirgssand, nicht kalkhaltiger Seesand), Thon, möglichst eisenfrei, Feldspath (Orthoklas und Albit), möglichst eisenfrei und als Surrogate dafür zuweilen Porzellan- und Glasscherben; als Flussmittel: Alkalien in Gestalt von kohlensaurem Kali, kohlensaurem Natron (Kochsalz ist nachtheilig, weniger schwefelsaures Natron und Kali), Borax (unentbehrlich, wenn das Email nicht leicht abspringen soll), Salpeter (entfernt kohlige färbende Theile beim Schmelzen), kohlensaures Ammoniak (schützt die Deckmassen vor dem Reissen und Springen), Weinstein (wirkt ähnlich wie kohlensaures Ammoniak, reducirt färbende Metalloxyde, z. B. Eisenoxyd zu Oxydul). Alkalische Erden, namentlich Kalk, machen das Email kurz und spröde (durch kohlensaures Ammoniak und Weinstein zu verbessern), doch werden namentlich in England zuweilen Magnesia, Bittersalz und Baryt angewandt, für kleinere Gegenstände (Schnallen, Brochen u. s. w.) jedoch auch kalkhaltige Substanzen (Kreide, Gyps, Knochenmehl, Flussspath wohl gleichzeitig mit Gyps und Schwerspath). Thonerde veranlasst Schwerschmelzbarkeit, weshalb Thon vermieden wird bei Vorhandensein von gutem billigen Feldspath. Bleioxyd (Bleiweiss, Glätte, Mennige) erhöht Weichheit, Elasticität und das Ertragen von Temperaturwechsel, in der Grundmasse wohl bis zu 4—6 Proc., nicht in der Glasur der Kochgeschirre zulässig. Als färbende Substanzen dienen: Zinnoxyd, färbt entweder ungeschmolzen und mechanisch suspendirt oder mit Borsäure vereinigt undurchsichtig weiss, macht strengflüssig (daher Vermehrung des Borax in der Glasur), färbt sich mit reducirenden Agentien schwarz (daher zweckmässig Salpeterzusatz), darzustellen in hessischen Tiegeln in der Muffel oder in einem Ofen durch Erhitzen von Zinn bei Luftzutritt, für grössere Productionen in in die Muffel gestelltem Blechkasten bei öfterem Abziehen der oxydischen Haut. Braunstein entfärbt ein kohlehaltiges Email, färbt aber in grösserer Menge als Oxyd violett oder amethystroth, als Oxydul mehr blassroth, macht auch (z. B. 0.3—0.5 Proc. der Masse) eisenhaltiges grünes Email weiss. Eisenoxydul färbt grün und bedingt zur Zerstörung der grünen Farbe einen grösseren Zinnoxydzusatz; als Eisenvitriol zuweilen absichtlich zugesetzt, um grün, und mit Braunstein zusammen, um schwarz zu färben; Eisenoxyd färbt gelb bis braun. Kupferoxyd, als Kupfervitriol zugefügt, färbt grün, Kobaltoxyd blau, beide nicht für Speisegeräthschaften tauglich; Braunstein und Kobaltoxyd zusammen geben je nach den davon genommenen Mengen mehr blaue oder braune Töne. — Ingredienzien.

Von den Ingredienzien werden Quarz, namentlich Feuerstein (nicht reiner Sand) und Feldspath in Muffeln oder besonderen Brennöfen geglüht, in kaltem Wasser abgeschreckt und nach Ausscheidung roth gefärbter Stücke getrocknet und zerkleint; Thon wird getrocknet und geschlämmt, kohlensaure Alkalien besser uncalcinirt als calcinirt verwendet wegen minderer hygroskopischer Eigenschaften. Das Schmelzen der abgewogenen und innig gemengten Ingredienzien geschieht im Glasurschmelzofen in Tiegeln mit Loch im Boden, durch welches die geschmolzene Masse in ein Gefäss mit Wasser tröpfelt; es steht entweder nur ein Tiegel bei Glühfeuer auf dem Roste oder zu beiden Seiten desselben mehrere Tiegel mit Wasserkasten darunter und bei Flammenfeuer. Nach dem Trocknen, gröblichen Zerkleinern und Sieben folgt das Mahlen der Masse auf nassen und trockenen Glasurmühlen (letztere zwar theurer als erstere, aber leistungsfähiger wegen grösserer Geschwindigkeit der Steine und vollkommener Zerkleinerung.). — Vorbereitung der Ingredienzien.

Das Grundemail muss eine solche Zusammensetzung besitzen, dass dessen Ausdehnungscoefficient sich dem der Unterlage möglichst nähert und ersterer hat um so mehr Einfluss, je grösser die zu emaillirende Fläche. Bei Emaille für Blech muss diese einen grösseren Ausdehnungscoefficienten haben, als bei Gusseisen, indem Eisenblech sich von 1—100° um $^1/_{819}$, Gusseisen um $^1/_{901}$ ausdehnt. Das Emailliren von Blech ist ausserdem schwieriger, weil sich dasselbe leichter ver- — Grund- und Deckmasse.

1) Das Nachfolgende bezieht sich zum Theil auch auf gusseiserne Gegenstände.

zieht und wegen vorhandener Nieten und Falzen die Ausdehnung ungleichmässiger ist, als bei Gusseisen, während der Mangel an Graphit günstig wirkt. Ein grösserer Alkali-, namentlich Boraxzusatz steigert den Ausdehnungscoefficienten, weshalb man für Eisenblech grössere Zusätze davon giebt. Je leichtschmelziger ein Email, um so grösser ist sein Ausdehnungscoefficient. Bei Blech wird das Email dünner aufgetragen und möglichst schnell bei Luftzutritt eingebrannt. Da Zinnoxyd die Glasur strengflüssiger macht, so bedarf dieselbe eines grösseren Zusatzes von Borax. Das Zinnoxyd darf nicht direct mit dem Roheisen in Berührung kommen, weil es durch dessen Kohlenstoff reducirt und die Glasur durch einen Eisengehalt gefärbt werden kann, weshalb eine Grundmasse darunter genommen wird. Während z. B. für Gusseisen die bei 700 – 1000° C. einzubrennende Grundmasse nach einem grösseren Durchschnitt aus 33 Quarz, 44.5 Feldspath, 17 Borax und 5.5 calcinirter Soda (mit circa 66 Kieselsäure, 16 Alkali, 10 Thonerde, 8 Borsäure), die Glasur aus 29 Quarz, 26 Feldspath, 16 calcinirtem Borax, 4 Soda und 25 Zinnoxyd (mit circa 46 Kieselsäure, 5 Thonerde, 10 Borsäure, 14 Alkali und 25 Zinnoxyd) besteht, so sind für Blech die Grundmassen durchschnittlich zusammengesetzt aus 20 Quarz, 33 Flussspath, 42 Borax und 5 Salpeter (mit etwa 52 Kieselsäure, 7 Thonerde, 21 Borsäure, 20 Alkali), die Deckmassen aus 33 Feldspath, 35 Borax, 7 Soda und 25 Zinnoxyd (mit circa 27 Kieselsäure, 8 Thonerde, 14 Borsäure, 20 Alkali und 31 Zinnoxyd). Die Blechgeschirre sind gewöhnlich auf der Innenseite weiss, indem auf das Grundemail eine durch Zinnoxyd weiss gefärbte Glasur aufgesetzt wird, während man äusserlich die Grundmasse (ohne Glasur) durch Braunstein und Kobaltoxyd mehr blau oder braun färbt, z. B. auf 100 Grundmasse 3—4 Braunstein und 0.2—0.3 Kobaltoxyd nimmt.

Vorbereitung der Gefässe u. s. w.

Die zu emaillirenden Gegenstände werden zur Entfernung von einer Oxydhaut wie folgt vorbereitet: Beizen mit Salzsäure, Scheuern mit scharfem Sand und Bürsten, Abspülen, Eintauchen in kochendes Wasser, Trocknenlassen und Aufbewahren an einem trocknen Orte oder unter ausgekochtem Wasser, dann Trockenreiben, Erwärmen auf 40 – 50°, Eingiessen einiger Löffel voll Grundmasse und zwar von nassen Glassurmühlen unter Zusatz von warmem Wasser bis zur Consistenz eines fetten Milchrahms, von trocknen Mühlen unter Anrühren mit Spiritus zu gleicher Consistenz, Aufschwenken derselben und zwar bei Blechgeschirren erst auf der Innenseite, dann nach ¼ — ½ stündigem Trocknen auf der Aussenseite, Trocknen auf einer Herdplatte, welche durch die abziehenden Gase vom Muffelofen oder Wassersiedekessel geheizt wird, Einsetzen der Gegenstände in den hellrothglühenden Muffelofen, am zweckmässigsten bei grossen Gegenständen (namentlich gusseisernen) auf einem mittelst Gabel zu fassenden und mittelst Krahnes zu transportirenden Roste, wobei die Temperatur gleichförmiger ist, als beim Stehen direct auf dem Muffelboden des Ofens (mit einer Muffel oder 4 symmetrisch angeordneten Muffeln über einer Boëtiusfeuerung), Dauer des Brennens bei Gusseisen 7—8 Min., bei Blech etwa 5 Min., wenn die Grundmasse völlig gefrittet ist, ohne beim Ueberstreichen mit dem Finger abzufärben; Abkühlenlassen der Gefässe, Auftragen der Deckmasse, wie der Grundmasse, nur möglichst dünn bei vollständiger Deckung, bei Blech dünner als bei Gusseisen, Einbrennen bei niedrigerer Temperatur, bis die Geschirre durch das Schauloch überall gleichmässig glänzend erscheinen, allmäliges Abkühlen erst einige Min. auf dem wärmsten Theil des Trockenofens, dann an der Luft. Gutes Email ist bei rein weisser Farbe und ohne schwarze Punkte glasglänzend, wird bei Stössen nicht rissig und springt nicht ab. — Nach einem etwas modificirten Verfahren[1]: Beizen, Scheuern, Trocknen, Ueberstreichen mit Gummiauflösung, Aufsieben der Grundmasse (130 Krystallglas, 20.5 calcinirte Soda, 12 Borsäure), Trocknen des Ueberzuges bei 100° C., Erhitzen in einer Chamotteretorte auf helle Rothgluth bis zum Schmelzen der Masse, Erkaltenlassen in einer geschlossenen Kammer, Auftragen und Einbrennen der bleihaltigen Glasur (130 Krystallglas, 20.5 Soda, 16 Borsäure, 8 Bleiglätte).

Auftragen der Grundmasse. — Einbrennen der Grundmasse. — Auftragen der Glasur. — Einbrennen der Glasur. — Modificirtes Verfahren.

Verfahren.

116. Drahtverfeinerung. Dieselbe besteht meist in einem Verzinken des Drahtes (für Telegraphenzwecke, Seile, Pferdestränge[2]) u. s. w.), seltener in einem Ueberziehen mit anderen Metallen.

---

1) Polyt. Centr. 1862, S. 1450. B. u. h. Ztg. 1862, S. 392. 2) B. u. h. Ztg. 1872, S. 55.

1. Verzinken.[1]) Telegraphendraht, den man sonst wohl durch Eintauchen in kochendes Leinöl firnisst, wird nach englischem Verfahren in folgender Weise verzinkt: Verzinken.

Schmelzen von etwa 15000 kg. Zink bei nicht zu hoher Temperatur, weil sonst die Festigkeit des Drahtes vermindert wird, in einer 3 m. langen, 0.94 m. breiten und eben so hohen Pfanne[2]) aus 13—17.5 mm. starken Walzeisenplatten, mit Zügen umgeben, welche die Feuergase aus einer Cokesfeuerung aufnehmen; Einsenken in etwa 95 cm. Entfernung von der einen kurzen Seite quer durch die Pfanne von 12 Gabeln bis etwa 32 cm. über den Boden; Beizen des Drahtes etwa 1 Stunde durch Einlegen der Ringe in verdünnte Salzsäure und dann Auflegen auf die Abwicklungsrollen oder Ziehen des Drahts während des Verzinkens durch verdünnte Säure oder ein Gemisch von dieser und Chlorzink, dann durch ein, am Ende der grösseren mit Salmiak und Zinkasche bedeckten Abtheilung der Zinkpfanne zwischen Pflöcken angebrachtes Strohbett zur Beseitigung von adhärirendem Schmutz; Durchziehen zwischen den Gabeln, Emporziehen in der kleinern, mit etwa 16 cm. dicker Sandlage bedeckten Abtheilung mit etwa 157 mm. Geschwindigkeit pro Sec., indem sich die 12 Drähte auf 12 in demselben Horizont liegenden und in 2 Reihen angeordneten horizontalen Rollen aufwickeln, welche mittelst konischer Auswechselungen von einer zwischen beiden Reihen liegenden horizontalen Axe bewegt werden. — Modificationen: Für feinen Draht Anwendung von kleineren gusseisernen Pfannen von 1.57 m. Länge, 0.63 m. Breite und 0.59 m. Tiefe, mit 26 mm. Wandstärke und 1500 kg. Zinkinhalt bei vorsichtiger Feuerung. — Anwendung eines Flammofens[3]) zum Zinkschmelzen statt eines Eisengefässes. — Verkupfern des Drahtes vor dem Verzinken und Ziehen durch ein Zieheisen nach Reichenberger[4]).

2. Verzinnung. Dieselbe kann auf heissem und kaltem Wege geschehen. Verzinnung.

Heisser Weg: Durchziehen des gebeizten Drahtes durch zwei kleine Zinnbäder, von denen das letzte das reinste Zinn enthält. — Kalter Weg[5]): Verzinken durch Einlegen des Drahtes in sehr verdünnte Salzsäure unter Hinzufügung von Zink, Eintauchen während zweier Stunden in ein aus 100 Wasser, 2 Weinsäure, 3 Zinnsalz und 3 Soda bestehendes Bad, Ziehen des mattweissen Drahtes durch ein Zieheisen. Verfahren für eiserne Stifte: Erhitzen von mit Oel verriebenem Chlorzink in einem oscillirenden Topfe, Eintragen der Stifte und von Zinn, Herausschöpfen der ersteren mit Drahtnetzen nach einigen Secunden und Abkühlen in Wasser.

3. Verbleien. Lepan[6]) wendet eine Art Bleipresse an. Verbleien.

117. Damascirung[7]) (Aetzung) von Stahl. Dieselbe bezweckt das Hervorbringen von glänzenden und etwas erhabenen Zeichnungen (Damast) auf mattem Grunde durch Einwirkung dampfförmiger Salzsäure oder verdünnter flüssiger Säure (z. B. 1 Vol. Salpetersäure und 30 Vol. Essig) namentlich auf Stahl (Säbelklingen, Rasirmesser, Scheeren, feine Messer), und zwar unterscheidet man wirkliche und künstliche Damascirung. Zweck.

Wirkliche Damascirung zeigt sich nur bei den aus kohlenstoffärmeren und kohlenstoffreicheren, von Säuren ungleichmässig angegriffenen Stahlsorten (persischer Damast S. 399, zusammengearbeitete Gemenge von Stahl und Schmiedeeisen oder auch von härterem und weicherem Schmiedeeisen S. 399); künstlich wird der Damast bei homogenen Stahlsorten nur oberflächlich dadurch erzeugt, dass man die Gegenstände (z. B. Scheeren, Rasirmesser) mit Kalk und Branntwein abreibt, an verschiedenen Stellen mit Aetzgrund oder Oel bestreicht und sie Verfahren.

1) Dingl. 143, 434; 144, 118. Kerpely, Fortschr. 4, 245. 2) Knut-Styffe, Paris. Ausst.-Ber. S. 66, Taf. 4, Fig. 3 u. 4. 3) B. u. h. Ztg. 1869, S. 139. 4) Dingl. 161, 194. 5) Dingl. 178, 294 (Otte); 214, 336 (Heeren). Polyt. Centr. 1870, S. 1064 (Daubié). 6) Dingl. 192, 465. 7) Karmarsch, mech. Techn. 1875, Bd. 1, S. 33, 434, 506. Kerpely, Fortschr. 2, 199.

dann über ein Gefäss legt, welches Kochsalz und Schwefelsäure enthält, oder in verdünnte Salpetersäure eintaucht, wo dann die blossen Stellen geätzt sind, nachdem der Aetzgrund u. s. w. mit Terpentinöl weggenommen.

Brüniren. Zweck.

118. Brünirung und Schwärzung von Eisen und Stahl.[1]) Das Brüniren bezweckt das Hervorrufen einer auf dem Eisen (z. B. Gewehrläufen) fest anhaftenden dünnen Schicht von Rost, welche dem Gegenstand eine schön braune Farbe ertheilt und denselben vor weiterem Rosten schützt. Auch erzeugt man wohl eine dünne Schicht von schwarzem Schwefeleisen.

Verfahren.

Aufstreichen eines Gemisches von Chlorantimon (englisches Broncirsalz, Spiessglanzbutter) und etwas Baumöl auf das gelinde erwärmte Eisen, Aussetzen während einiger Tage an die Luft bis zum Braunwerden, Abwaschen, Trocknen, Poliren mit dem Polirstahl, auch wohl Ueberziehen mit Weingeistfirniss aus Schellack und Drachenblut oder Einreiben mit weissem Wachs. Aehnlich wie Spiessglanzbutter wirken verdünnte Salpetersäure, Eisenchlorid oder Zinkchlorid und Kupfervitriol, Eisenvitriollösung mit etwas Salpeteräther und Schwefeläther versetzt u. a. — Schwarze Ueberzüge erfolgen nach Thirault[2]) durch Rostenlassen des Eisens durch verschiedene Gemische (Quecksilberchlorid und Salmiak, Eisenchlorid[3]), Salpetersäure, Kupfervitriol u. s. w.) und Ueberführen des Oxydes in schwarzes Eisenoxyduloxyd.

Schwärzen.

Das Schwärzen von Schmiedeeisenwaaren kann auf verschiedene Weise geschehen.

Einreiben grober Waaren in glühend heissem Zustande mit Pech, Talg, Wachs, Horn oder Theer; Bestreichen über Holzkohlenfeuer blau angelaufener Gewehrläufe im erhitzten Zustande mit Fett (Knochenöl); Umschütteln von Drahtgegenständen (Stecknadeln, Haarnadeln, Kettchen, Schnallen u. s. w.) mit etwas Leinöl, Erhitzen in einer Eisenpfanne über Flammfeuer bis zum Rauchen, Entfernung der Pfanne vom Feuer, Umschütteln, Wiederholung des abwechselnden Erhitzens und Umschüttelns bis zum Eintritt der gewünschten schwarzen glänzenden Farbe und Abkühlenlassen in der bedeckten Pfanne.

Vorgänge dabei.

119. Härten des Stahles.[4]) Wird weicher bis zur Braun- oder Kirschrothgluth erhitzter Stahl plötzlich abgekühlt (abgelöscht), so haben die in der Hitze ausgedehnten kleinsten Theilchen nicht Zeit, sich in ihre alte Lage zu begeben, sie verbleiben in einer ihnen unnatürlichen gespannten Anordnung, welche sich als Härte verbunden mit Sprödigkeit äussert. Gleichzeitig nehmen absolute und relative Festigkeit zu, das specifische Gewicht vermindert sich (z. B. von 7.86 auf 7.80), die Oberfläche wird glatter und metallisch glänzender, der Bruch feinkörniger bei lichterer Farbe und stärkerem Schimmer, im ungehärteten Stahl enthaltener Graphit geht in chemisch gebundenen Kohlenstoff über oder vertheilt sich feiner (S. 9) und nach Rinman[5]) verhält sich der Kohlenstoff in gehärtetem und ungehärtetem Stahl in Säuren verschieden.

Einfluss der Temperatur.

Der Stahl ist im natürlichen Zustande etwas härter als gutes Schmiedeeisen und viel weicher als weisses Roheisen, wird aber, hinreichend erhitzt (bis zur Braun- oder Kirschrothgluth) und plötzlich abgekühlt, härter als letzteres, ritzt Glas und ist spröder als dieses (daher die Bezeichnung Glashärte für diesen Zustand). Wird Stahl nur bis zur Dunkelrothgluth erhitzt, dann abge-

---

1) Karmarsch, mech. Techn. 1875, Bd. 1, S. 474, 476. 2) Wagner's Jahresber. 1860, S. 89; 1861, S. 28. 3) B. u. h. Ztg. 1862, S. 248. 4) Karmarsch, mech. Techn. 1875, Bd. 1, S. 8. Kerl, Met. 3, 749. Dingl. 88, 52; 183, 496. B. u. h. Ztg. 1870, S. 386. Theorie des Härtens: Kerl, Met. 3, 583. Kerpely, Fortschr. 2, 197; 8—10, 587. 5) B. u. h. Ztg. 1868, S. 44.

kühlt, bis im Dunkeln kein Glühen mehr zu bemerken ist, und hierauf sogleich in Wasser getaucht, so wird er weicher (Behandlung von geschmiedeten Gegenständen zur Erleichterung des Feilens u. s. w.). Beim Härten überhitzter Stahl zeigt ein gröberes Korn.

Die Härte wird um so bedeutender, je stärker (bis zu einer gewissen Grenze) der Stahl erhitzt wird, je wärmeleitender die Ablöschflüssigkeit und je niedriger deren Temperatur ist. Erzielung verschiedener Härtegrade.

Braunrothgluth erzeugt nur geringe, Kirschrothgluth schon erhebliche Härte; Fette, Oele, Seife, Wachs u. s. w. geben geringere Härte[1]) als Wasser (Brunnenwasser härtet stärker als Regen- und fettiges Wasser, sowie als Seifen- und heisses Wasser[2])), und die Wärmeleitungsfähigkeit des Wassers, somit dessen Härtevermögen wird erhöht durch Zusatz von Säuren oder Salzen (Potasche, Kochsalz, Alaun, Salpeter, Salmiak[3]) u. s. w.). Spiritus härtet nicht oder wenig, Quecksilber dagegen stärker als Wasser. Seltener findet das Abkühlen in bewegter Luft statt (Anbringen von Damascenersäbelklingen an einem rasch rotirenden Rade). Nach Caron[4]) bringt das Hämmern des warmen Stahles denselben Effect hervor, wie das Härten, auch soll sich nach Demselben[5]) dem glühenden Stahl durch Ablöschen in Wasser von einer seinen Dimensionen und seiner Verwendung entsprechenden Temperatur dieselbe Härte direct ertheilen lassen, als wenn man denselben in kaltem Wasser ablöscht und wieder anlässt.

Das Erhitzen des Stahles behuf des Härtens geschieht je nach der Natur des Gegenstandes, namentlich nach seiner Grösse, in einem Marienbade (in geschmolzenem Chlorcalcium, Chlorzink, Kochsalz, Blei, Zinn oder Legirungen beider, Soda, Oel u. s. w.), vor dem Löthrohr, gewöhnlich in einem offenen oder bedeckten Holzkohlenfeuer mit oder ohne Gebläse (Steinkohlen und Cokes sind wegen Schlackenbildung weniger anwendbar), zuweilen in Oefen mit durchbrochenem Bodengewölbe, darunter eine Feuerung, oder in Flammöfen.[6]) Damit die Oberfläche durch Glühspanbildung nicht leidet, giebt man dem Gegenstand vor dem Erhitzen einen Ueberzug von grüner Seife oder von Roggenmehl und Kochsalzlösung, wendet das glühende Stück auch wohl in Kochsalz rasch um, streut Kochsalz oder andere Substanzen auf das Stück im Feuer[7]) u. a. Heizvorrichtungen.

Behuf des Härtens lässt man die Härteflüssigkeit entweder auf den Gegenstand fliessen (Strahlhärtung) oder taucht ihn bei kreisender Bewegung in dieselbe ganz oder theilweise ein, wobei es zur gleichmässigen Härtung einer geschickten Manipulirung bedarf, damit die Gegenstände ihre Form nicht ändern (Werfen, Ziehen) oder Sprünge (Härterisse, Härteborsten) erhalten. Zuweilen sind zu diesem Zwecke die Gegenstände zwischen damit erhitzte Eisenplatten u. s. w. geklemmt, sodass sie sich beim Eintauchen derselben in Wasser nicht verziehen. Ablöschen.

Das Härteverfahren von Garnant und Seigfield[8]), von der Vereinigten Staaten Regierung zu hohem Preise angekauft, besteht in folgendem: Erhitzen des Stahls bis zur Kirschrothgluth, Ueberstreuen von Kochsalz, Bearbeiten desselben bis zur Erlangung der gewünschten Form, von Zeit zu Zeit Erneuerung des Salzes, dann Ersetzung desselben durch ein Gemisch aus gleichen Theilen Seesalz, Kupfervitriol, Salmiak, kohlensaurem Natron und 1/2 Pinte Salpeter, Erhitzen von Neuem, Bearbeiten mit dem Hammer bis zum Erfolg der richtigen Gestalt, lang-

1) Dingl. 179, 125; 183, 497. 2) Dingl. 210, 181. 3) B. u. h. Ztg. 1873, S. 438. 4) B. u. h. Ztg. 1868, S. 343. 5) Polyt. Centr. 1873, S. 1356. 6) Petzoldt, Eisenbahn-Baumaterial 1872, S. 213, Taf. 26, Fig. 1 u. 2. 7) B. u. h. Ztg. 1873, S. 438. 8) B. u. h. Ztg. 1875, S. 94.

sames Erhitzen bis zur Rothgluth, Eintauchen in ein Gemisch von 3.7 l. Regenwasser, 42.4 g. Alaun, eine gleiche Menge Soda und Kupfervitriol, 28.3 g. Salpeter und 169.8 g. Kochsalz.

Anlassen. Damit der Stahl bei einem gewissen Grade der Härte die grösste Festigkeit (Elasticität) erhält, müsste das Erhitzen desselben bei einer seiner Natur entsprechenden gewissen Temperatur geschehen (Tiegelgussstahl härtet sich z. B. bei der schwächsten Hitze, schon bei Braunrothgluth) und das Ablöschen in einer Flüssigkeit von bestimmter Temperatur und Wärmeleitungsfähigkeit vorgenommen werden. Da es aber kein Mittel giebt, diese Bedingungen zu erfüllen, so verfährt man zur Sicherung des Resultates in der Weise, dass man den Stahl durch stärkere Hitze und rasches Abkühlen für einen vorliegenden Zweck zu hart macht, ihm dann durch allmäliges Erhitzen bis zu einer gewissen, von bestimmter Anlauffarbe begleiteten Temperatur den erforderlichen Grad der Weichheit giebt (Anlassen des Stahles), welche mit den Hitzegraden zunimmt, und ihn dann sofort in Wasser ablöscht.

Die Anlauffarben erscheinen in nachstehender Reihenfolge: bei 220° C. blass- oder hafergelb, für chirurgische Instrumente; 230° strohgelb, für Rasir- und Federmesser, Grabstichel, Drahtzieheisen; 255° braun, für Scheeren und härtere Meissel; 265° braun mit Purpurflecken für Aexte, Hobeleisen, Taschen- und Brotmesser; 277° purpurfarbig, für Tischmesser; 288° hellblau, für Säbelklingen, Uhrfedern; 293° dunkel- oder kornblumenblau, für feine Sägen, Rapiere, Bohrer, Dolche; 316° schwarzblau, für Hand- und Stichsägen. Stark zu härtende Gegenstände werden danach gelb, minder harte, welche mehr Zähigkeit und Elasticität als Härte besitzen und sich schon einigermassen gut feilen lassen müssen, purpurroth bis blau angelassen (Federhärte).

Das Erhitzen behuf des Anlassens der Gegenstände geschieht bei kleineren Gegenständen auf einem von unten erhitzten Eisenblech, in rotirenden Trommeln oder auf einem Sandbade, auch über Kohlenfeuer, am sichersten in Substanzen mit bestimmten Schmelzpuncten (Blei, Zinn, Legirungen beider) oder in Flüssigkeiten, deren Temperatur leicht mittelst eines Thermometers zu messen ist (Oel, Talg u. s. w.).

Federharter Stahldraht erfolgt in grossen Längen, indem man denselben beim Abwickeln von dem einen und bei dem Aufwickeln auf einen andern Haspel zwischen zwei in einem Ofen liegende, glühende, gefurchte Gusseisenplatten von 1.2—1.5 m. Länge und dahinter durch zwei mittelst Wassers gekühlte Platten hindurchführt. Ein drittes mässig erhitztes Plattenpaar dient zum Anlassen. In ähnlicher Weise lassen sich Uhrfedern, Bandsägenblätter u. s. w. härten, und kann das mittlere Plattenpaar durch kühlende Wasser- oder Oelbehälter ersetzt werden.[1])

Oberflächenhärtung. Schmiedeeiserne oder schwachgekohlte stählerne Gegenstände lassen sich durch weitere oberflächliche Kohlung äusserlich härter und politurfähiger machen (Einsatz- oder Oberflächenhärtung[2])), indem man dieselben mit cyanhaltigen Kohlungsmitteln (Cyankalium, Blutlaugensalz u. s. w.) im glühenden Zustande einreibt oder darin eintaucht und ablöscht, oder sie mit Cyan bildenden Substanzen (Leder, Horn, Blut u. s. w.) unter einer Thonhülle oder in Eisenblechbüchsen in einer Schmiedeesse glüht und noch heiss in Wasser wirft.

---

1) Dingl. 158, 36. 2) Kerl, Met. 3, 754. B. u. h. Ztg. 1864, S. 268, 392; 1868, S. 314.

Müller's Härtemittel z. B. besteht aus 500 Chinarinde, 500 Hirschklauen, 250 Kochsalz, 150 Cyankalium, 150 Salpeter und 1000 schwarzer Seife. Auch erzielt man eine Oberflächenhärtung durch Rotirenlassen einer Smirgelscheibe gegen den zu härtenden Gegenstand.[1]) Einsatzhärtung wirkt bei Bessemerstahl sowohl wie bei Gussstahl auf die Structur sehr nachtheilig, indem sich durch das Kohlen der Oberfläche deren Dichte vermindert, in Folge dessen oberflächlich nachtheilige Pressungen entstehen, in dem Kerne aber Spannungen, welche durch Entfernung der Moleküle von einander einen grobkörnigen Bruch veranlassen.

120. Regeneration von verbranntem Stahl. Verbrannter oder überhitzter Stahl[2]) (S. 260), welcher in Folge Kohlenstoffverlustes weich und mürbe geworden ist, lässt sich durch Behandlung mit kohlenden Agentien wieder herstellen (regeneriren), indem man dazu die nachstehenden Mittel (Härte- oder Schweisspulver[3])) verwendet. Verfahren.

Eintauchen des rothwarmen Stahles in ein Gemisch von 3 geschmolzenem Colophonium und 2 gutgekochtem Leinöl, dann in Wasser. — Eintauchen in 1 Talg, 1 Pech, $^3/_4$ Salmiak, $^1/_4$ Blutlaugensalz, $^1/_{10}$ schwarzen Pfeffer, $^1/_{16}$ Seife und etwas Kochsalz; oder in 1 Cyankalium, 1 Potasche, 2 grüne Seife. — Nach Davies[4]) Eintauchen in glühendem Zustande in ein Gemisch von Harzöl und Rückstand von der Petroleumdestillation, dann Wiedererhitzen und Abkühlen in Sand. — Nach Jossi[5]) Bestreichen im rothglühenden Zustande mit einer Salbe aus 10 Talg, 2 Hornfeilspänen, 1 Salmiak, 1 Kohlenpulver und 1 Soda, dann ganz trocken Abrauchenlassen. — Nach Kulicke[6]) Eintauchen des kirschrothglühenden Stahls in eine Mischung von 12 Weinsteinsäure, 60 Leberthran, 4 Holzkohlenpulver, 16 gebranntem Elfenbein, 20 Talg, 10 Cyankalium und 6 gebranntemHirschhorn. — Rust's Schweisspulver: 41.5 Borsäure, 35 Kochsalz, 15.5 Blutlaugensalz, 8 Soda. Habich's Mittel: 7 Blutlaugensalz, 2 Soda und etwas Borax. Ludewig's Mittel: 1 Salpeter, $^1/_2$ Colophonium und $^1/_{16}$ Drachenblut. — Durch Glühen des überhitzten Stahles in Kohlenstaub entsteht ein roheisenartiges mürbes Product.[7])

---

1) Polyt. Centr. 1873, S. 961. 2) B. u. h. Ztg. 1871, S. 212. Kerpely, Fortschr. 7, 306. 3) Kerl, Met. 3, 756. B. u. h. Ztg. 1868, S. 242; 1871, S. 324. Karmarsch, mech. Techn. 1, 12. 4) Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1874, S. 1026. 5) Wagner's Jahresber. 1873, S. 125. 6) Dingl. 208, 463. 7) Kerpely, Fortschr. 6, 207.

Register.

C.

D.

E.

F.

N.

O.

S.

W.

Y.

Z.

Druck von A. Th. Engelhardt in Leipzig.




YD 04126
TN
705
K4
303673

